The background of the page features a large, faint, circular seal of the University of Naples Federico II. The seal depicts a seated monarch, likely Frederick II, wearing a crown and holding a scepter and a globe. The Latin inscription around the border reads "SIGILLUM FRIDERICI SECUNDI REX ROMANORUM".

Università degli studi di Napoli "Federico II"  
Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura  
Dipartimento di Progettazione Urbana e Urbanistica

Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura  
XXIII ciclo

dottoranda: Mariella Mosca

tutor: prof. Augusto Vitale

Anno accademico 2010/2011

**Serramenti esterni ed efficienza energetica:  
classificazioni, prestazioni, usi**

Il coordinatore

Prof. Mario Losasso

<b>Indice</b>	
<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>1. Classificazioni</b>	
1.1 Cenni sull'evoluzione dei serramenti dall'800 ad oggi	12
1.2 Il progetto del serramento nell'edificio: tipo, forma, dimensioni, posizione e orientamento	23
1.3 Le tipologie di apertura	28
1.4 I tipi di telaio: prestazioni energetiche, proprietà e profilo ambientale dei diversi materiali Schede prodotto	32
1.5 Le tipologie di schermi solari	60
<b>2. Prestazioni</b>	
2.1 Il serramento come filtro selettivo degli scambi energetici tra ambiente interno ed esterno	67
2.2 Prestazioni energetiche del serramento in inverno: isolamento termico e captazione solare	74
2.3 Prestazioni energetiche in relazione al controllo solare	84
2.4 Regolazione dell'illuminazione diurna	87
2.5 Aerazione e ventilazione naturale Schede prodotto per il controllo dell'aerazione	89
2.6 Inclusione degli usi tra le prestazioni energetiche dei serramenti	97
<b>3. Usi</b>	
3.1 Incidenza dell'uso sull'efficienza energetica	100
3.2 Prestazioni attese della finestra ed esigenze dell'utenza	116
3.3 Analisi dei comportamenti d'uso dei serramenti in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)	
3.3.1 Iter dell'analisi	125
3.3.2 Applicazione al caso studio Schede di analisi del caso studio	136
3.3.3 Lettura ed interpretazione dei risultati	203
<b>4. Indicazioni per minimizzare il consumo di risorse durante l'uso</b>	
4.1 I fattori che condizionano la scelta dei serramenti	215
4.2 Raccomandazioni per la scelta del serramento più appropriato in funzione degli usi	220
4.3 Indicazioni per lo sviluppo di nuovi prodotti nel settore dei serramenti	229
<b>Apparati</b>	
I. Schede di sintesi dei risultati dell'indagine sull'uso dei serramenti	233
II. Marchi di qualità	337
III. Panorama normativo	345
IV. Panorama legislativo	361
IV. Bibliografia	365



## Introduzione

La tesi si colloca nel filone delle ricerche che indagano sulla tematica dell'involucro edilizio nella progettazione eco-efficiente, incentrando il proprio campo di studio sul ruolo del serramento quale filtro dinamico e selettivo dei flussi energetici tra ambiente interno e ambiente esterno.

La "sfida" del terzo millennio per progettisti, tecnici, ricercatori e soprattutto cittadini del pianeta è interrogarsi ed indagare in maniera sempre più interdisciplinare, responsabile, consapevole e appropriata sulla questione della sostenibilità ambientale e del consumo di risorse: riferire e interconnettere ai concetti di tecnologia e di innovazione tecnologica l'ampia tematica della gestione dei processi di trasformazione del costruito nell'ottica del contenimento delle risorse energetiche<sup>1</sup>. Il terreno in cui ci si muove è un ambito molto vasto e complesso in cui l'efficienza energetica va riferita alla questione ambientale tout-court. Quest'ultima richiama livelli di interesse diversi: dal ciclo di vita dell'edificio e dei suoi componenti, alla responsabilità del singolo individuo nei confronti del suo *habitat*, perché è solo con *"una nuova consapevolezza della fragilità degli equilibri naturali, insieme al radicamento di una coscienza ambientale basata sulla responsabilità verso la qualità della vita"*, che è possibile fornire nuovi orizzonti *"alle ricerche scientifiche sul tema della facciata come elemento di filtro e di protezione dell'organismo edilizio"*<sup>2</sup>.

### *Il ruolo del serramento come componente energetica*

Nella prima parte di questa ricerca si analizza il ruolo del serramento nell'efficienza energetica dell'edificio, riconoscendo alla finestra, quale componente trasparente dell'involucro, una funzione integrativa rispetto alle chiusure verticali opache, che fa di essa un elemento privilegiato dei manufatti architettonici. La finestra è, infatti, sia una parte dell'edificio in cui si attua un'interazione tra l'uomo e l'ambiente esterno, sia uno di quegli elementi che definiscono fortemente il carattere dell'architettura. Un'ulteriore caratteristica di questo componente è quella di essere una parte mobile dell'edificio. A partire da tali funzioni la finestra permette l'annullamento, in alcuni punti, della barriera che l'involucro opaco costruisce tra esterno e interno. La trasparenza consente la vista, mentre l'apertura e la chiusura della finestra consentono un'interazione multisensoriale con l'ambiente esterno, in cui intervengono, oltre alla vista stessa, anche l'olfatto e l'udito; un'interazione, dunque, che sollecita percezioni di benessere e rende confortevole la permanenza dell'individuo in uno spazio confinato.

Lo studio dell'efficienza energetica nell'architettura si pone due obiettivi: il primo riguarda la riduzione dei consumi energetici, limitando al minimo il

---

<sup>1</sup> Cfr. Dierna S., "Sostenibilità e consumo delle risorse", in *Sitda L'invenzione del Futuro, Napoli 7-8.03.2008*, Alinea editrice, Città di Castello, Perugia, 2008, pag.76

<sup>2</sup> Cfr. Tucci F., *Involucro Ben temperato*, Alinea Editrice, Firenze, 2006, pag.40.



Istanbul



ricorso a fonti energetiche non rinnovabili; il secondo attiene alla qualità della vita nello spazio costruito e al comfort degli utenti. All'interno di questo quadro complessivo, la finestra, così come la si è definita in precedenza, assume un ruolo determinante, in quanto incide non solo sulle percezioni di benessere degli utenti, ma anche sul bilancio energetico dell'edificio. Questa centralità è tanto più chiara se si considerano tre funzioni base che un edificio deve assicurare a chi lo abita: sicurezza, controllo climatico dell'ambiente interno ed illuminazione, funzioni che la finestra contribuisce ad assolvere in maniera decisiva come componente multifunzionale e complesso.

Nel bilancio energetico dell'edificio, l'infisso è un elemento "debole", causa di circa il 30-40% delle dispersioni, per le abitazioni costruite prima degli anni '70 e del 20%, per quelle costruite in epoca successiva. Attraverso i serramenti, però, non avvengono solo perdite di calore, ma anche flussi positivi in entrata, dovuti all'irraggiamento solare, che costituiscono fino ad un terzo del totale dei contributi energetici<sup>3</sup>. Tuttavia, questi ultimi possono diventare negativi quando generano situazioni di malessere igrotermico e modificano le condizioni di benessere ottico-luminoso. Partendo da tali elementi di premialità (trasparenza, apertura) e di criticità (dispersione, malessere, ecc.) lo sviluppo tecnico nel settore dei serramenti ha riguardato, per la parte trasparente del componente, da un lato l'evoluzione del processo primario di produzione, che dal vetro soffiato ha portato all'affermazione del floatglass, e dall'altro ha invece investito le prestazioni ottiche, termiche e meccaniche delle lastre, fino a giungere a soluzioni tecniche sempre più efficienti in grado di includere nel progetto della finestra tutta questa complessità.

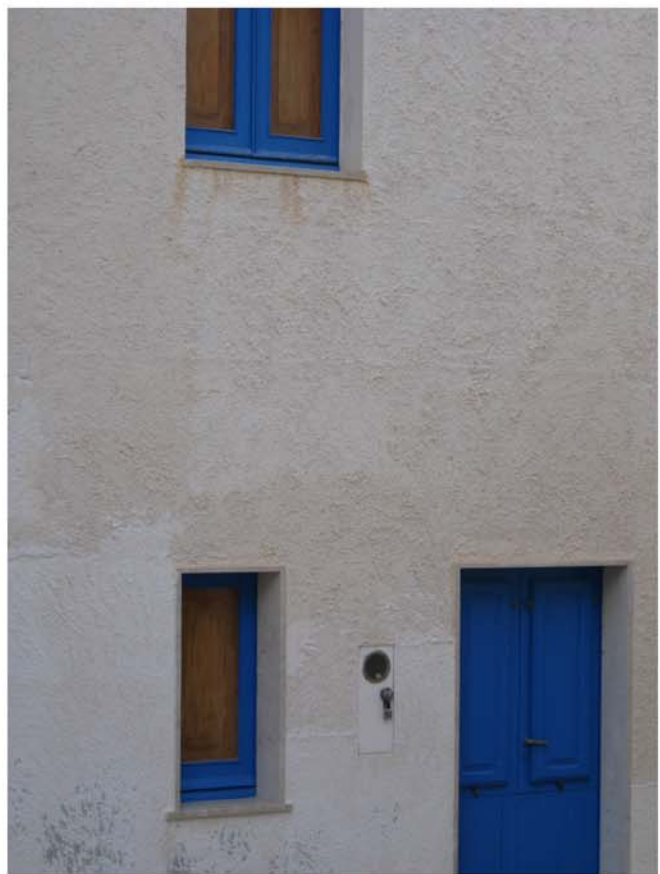
L'innovazione, guidata dalla spinta del risparmio energetico, si è indirizzata verso due filoni. Il primo riguarda lo sviluppo di compositi multistrati, ovvero prodotti combinati da più lastre di vetro, come gli stratificati, intervallati da film polimerici, o come il vetrocamera dove due o più lastre vengono sigillate lungo il perimetro in modo da mantenerle distanziate tramite un intercapedine riempita da aria o da gas inerti basso conduttivi. La seconda tendenza investe, invece, le proprietà intrinseche del materiale, e riguardano sia la formulazione degli ingredienti delle paste vetrose, sia il trattamento superficiale delle lastre in questo caso rivestite con depositi molecolari di metallo e/o ossidi metallici<sup>4</sup>.

L'incremento prestazionale del vetro va di pari passo all'innovazione nei telai, innovazione ottenuta ad esempio dalla combinazione di più materiali; dal taglio termico; dall'introduzione di schiume poliuretatiche; dall'aggiunta di più guarnizioni di tenuta; etc..

Oggi, la spinta innovativa assume un significato più importante se si pensa agli scenari internazionali illustrati nell'ultimo *summit* sui cambiamenti climatici tenutosi a Copenaghen, da cui è emerso, in maniera più evidente, la

<sup>3</sup> UNCSAAL, *Quadra, periodico di cultura tecnica e scientifica del serramento*, n.4, 1998.

<sup>4</sup> Cfr. Antonini E., "Cent'anni di metamorfosi", in *Costruire*, n.309, febbraio 2008, pag. 53.



(fonte:Alfonso Petta, archivio fotografico)

responsabilità dell'attività edilizia nella questione ambientale, che si pone sia per gli interventi di nuova edificazione, sia per quelli di riqualificazione dell'esistente. In Italia, la riqualificazione, da intendersi necessariamente come retrofit energetico, può rappresentare il terreno di maggiore applicazione delle innovazioni tecnologiche di settore: il 60% dell'intero patrimonio esistente è anteriore al 1970. Se si considera, inoltre, che la principale ricchezza delle famiglie italiane (oltre 4.500 miliardi di euro) è costituita dalla casa e che come tale essa è oggetto di miglioramento allo scopo di aumentarne il valore, è possibile prevedere che, anche a fronte di un auspicabile potenziamento delle politiche energetiche nazionali, la sostituzione degli infissi sarà uno degli interventi di riqualificazione energetica effettuato con maggior frequenza: dei circa 137 milioni di finestre esistenti in Italia al 2008, il numero di infissi potenziale oggetto di sostituzione nei prossimi 5-10 anni è di quasi 23 milioni di unità<sup>5</sup>. Tale previsione è supportata da dati relativi alle sostituzioni già effettuate: sono 33.300 gli infissi già sostituiti, grazie anche alla politica nazionale che ha puntato sul regime fiscale della detrazione del 55%, per un risparmio totale in fonte primaria stimato pari a 114.900 MWh, ed uno medio pari a circa 3,50 MWh<sup>6</sup>.

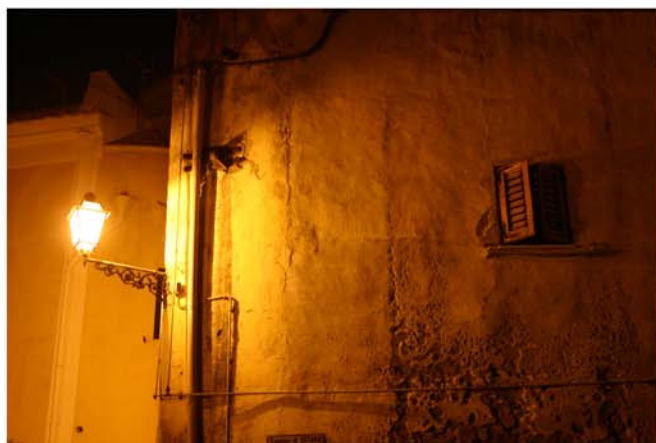
La questione della sostituzione dei serramenti esterni è solo una parte del più generale problema della riqualificazione dell'esistente, che deve rispondere a due tipi di esigenze: la prima riguarda l'emergenza ambientale, per la necessità di un adeguamento prestazionale dell'esistente; la seconda si pone come problema di coerenza architettonica e globale ripensamento delle nostre città. In questa ottica appaiono incoerenti molte scelte che ancora ostacolano l'innovazione in nome della tutela del patrimonio. A titolo di esempio si riporta il caso del rifacimento delle facciate del grattacielo Pirelli a Milano, per il quale sono stati prodotti gli stessi profili di alluminio disegnati da Gio Ponti, all'avanguardia per gli anni in cui sono stati realizzati, ma non più adeguati oggi a garantire il soddisfacimento dei livelli prestazionali stabiliti dalla vigente normativa. Per rientrare in questi ultimi si sono dovute installare costosissime vetrate ad alte prestazioni. Anche se opere come il Pirelli *"non fanno l'ambiente costruito (...) la percezione collettiva (...) e la loro carica sul piano estetico e prestazionale fanno loro assumere una visibilità e una risonanza molto forti. Inoltre, esse offrono una serie di occasioni di sperimentazione tecnologica che consentono di prospettare con maggiore verosimiglianza notevoli miglioramenti nel rapporto tra ambiente costruito e ambiente fisico, anche ad una scala diffusa"*<sup>7</sup>. Pertanto, il caso del grattacielo Pirelli rappresenta un'occasione in cui le scelte tecniche sono state guidate da motivi di fedeltà storica: tuttavia la questione non è la mancata

<sup>5</sup> Cfr. *Rapporto Saienergia* 2009, Fiera di Bologna, 2009, pag.71.

<sup>6</sup> Cfr. Valentini G., *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2007*, ENEA, Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile, pag. 25.

<sup>7</sup> Cfr. Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, Libreria CLUP, Milano, 2003, pag. 264.





(fonte: Teresa La Femina, archivio fotografico)

innovazione, che pur si è fatta attraverso l'uso di vetrate ad alte prestazioni, piuttosto si tratta di una scelta generale non sufficientemente appropriata che produce impatti maggiori in termini di costi economici ed ambientali: un principio che non può essere né giustificato in sé, né è auspicabile che sia trasferito ad altre applicazioni di retrofit energetico.

#### *L'importanza dell'uso per migliorare l'efficienza energetica*

I criteri di scelta del serramento sono molteplici e alcuni di essi dipendono da variabili di progetto come la destinazione d'uso dell'edificio, la zona climatica e gli specifici apparati normativi e legislativi. Inoltre, a incidere sulla scelta contribuiscono parametri estetici e valutazioni sui costi economici, sociali ed ambientali. Per ciò che riguarda i costi ambientali, gli elementi che possono orientare nella scelta sono i marchi di qualità e/o le etichette verdi (Ecolabel), ovvero attestazioni che informino sul ciclo di vita dell'infisso. A tale proposito, va specificato che nel ciclo di vita delle finestre la fase più impattante è quella di uso, per cui scegliere un prodotto durevole, in grado di garantire le proprie prestazioni dieci o venti anni in più rispetto ai trenta di vita media normalmente stimata, consente di ridurre gli impatti sull'ambiente e di ammortizzare nel tempo i costi maggiori sostenuti all'inizio dell'investimento. La questione della scelta, dunque, non è di facile risoluzione, perché chiama in causa molti fattori e tra questi anche la componente dell'uso delle finestre da parte degli utenti finali. Gli usi incidono, infatti, sulle prestazioni energetiche delle finestre e possono determinare delle riduzioni dei vantaggi legati agli investimenti iniziali più alti sostenuti per la riqualificazione energetica. Studi olandesi, inglesi e statunitensi affermano, a tal proposito, che il 26-36% del consumo energetico domestico dipende dal modo in cui usiamo i dispositivi e non dall'efficienza del dispositivo stesso<sup>8</sup>. Questo dato fornisce un'ulteriore conferma di quanto la questione ambientale impone ai soggetti coinvolti un approccio ampio, che si inserisca in un'ottica di sviluppo sostenibile, e che non riguardi solo la produzione energetica, ma anche il suo corretto impiego<sup>9</sup>. Pertanto il risparmio energetico, pur rimanendo legato all'adeguatezza e allo sviluppo dei sistemi e delle tecnologie, non può assolutamente prescindere da un uso appropriato e consapevole degli stessi. In altri termini, il problema ambientale non si risolve soltanto sul piano tecnologico ma anche su quello politico, e l'approccio ampio a cui ci si riferisce è una dimensione in cui i due piani interagiscono in perfetto equilibrio e ai vari livelli: anche se le linee di intervento debbono venire dalle decisioni politiche, fondamentale è il contributo delle singole persone a partire dai comportamenti, dagli stili di vita, dalle scelte di uso e di consumo, dalla

---

<sup>8</sup> Cfr. [www.genitronsviluppo.com](http://www.genitronsviluppo.com)

<sup>9</sup> Cfr. Attaianesi E., "Ergonomia nella Manutenzione per una Gestione Sostenibile dell'Energia", in *Maintenance and Facility Management*, Anno 3, n.1, Gennaio-Febraio 2009.







domanda di prodotti di qualità e durevoli, per finire con la richiesta di spazi salubri in grado di garantire una migliore qualità della vita<sup>10</sup>.

*"In un'ottica di gestione sostenibile dell'energia un ruolo importante va dunque riconosciuto agli utilizzatori finali, i quali devono adeguare le proprie necessità all'impiego cosciente delle risorse, anche attraverso strumenti e dispositivi di controllo e regolazione che sono chiamati ad assolvere funzioni sempre più complesse"*<sup>11</sup>.

I serramenti, esterni ed interni, e gli impianti sono indubbiamente quelle parti dell'edificio maggiormente controllate dall'uomo per cui il modo in cui vengono usate incide sulla resa finale del bilancio energetico dell'edificio. Proprio per controllare e gestire al meglio il funzionamento globale dell'edificio, dall'apertura delle finestre all'accensione dell'impianto di riscaldamento/raffreddamento, che l'utente potrebbe non mettere in atto in maniera adeguata per assenza di sufficienti o chiare informazioni da parte dell'oggetto (serramento, impianto, ecc.), un filone di ricerca si è orientato verso l'impiego di sistemi di domotica a servizio del risparmio energetico. Con l'avvento dei sistemi di automazione negli edifici del terziario e nelle residenze, il controllo climatico è affidato sempre più a software in grado di percepire i cambiamenti climatici interni ed esterni e ristabilire l'equilibrio attraverso una gestione integrata assicurando un risparmio di risorse: tuttavia questa nuova generazione di tecnologie può ingenerare un aumento del fabbisogno energetico senza che l'utente ne sia consapevole<sup>12</sup>.

L'automazione, infatti, può comportare un ulteriore consumo energetico legato ad una gestione "cieca" del problema<sup>13</sup> e, inoltre, in certi casi può essere causa di malessere negli utenti che non possono interagire liberamente con l'esterno. Aprire e chiudere le finestre è un gesto quotidiano a cui talvolta non si fa neanche caso e che può assumere significati diversi: si può chiudere una finestra per proteggersi dal freddo, ma anche per allontanare i rumori o per questioni di privacy.

Pertanto, se la questione energetica e della sostenibilità sono stati i "motori" che hanno orientato recentemente l'innovazione, un obiettivo verso cui indirizzare l'innovazione diventa l'analisi dei comportamenti, l'integrazione dell'uomo a tutti i livelli del progetto, la partecipazione e la formazione di una sempre più diffusa coscienza ambientale.

---

<sup>10</sup> Cfr. Lavagna M., *Life Cycle Assessment in edilizia*, Hoepli, Milano, 2008, pag.12.

<sup>11</sup> Cfr. Attaianesi E., "Ergonomia nella Manutenzione per una Gestione Sostenibile dell'Energia", *cit.*

<sup>12</sup> Il cosiddetto "*effetto rebound*"; Cfr. par. 3.1.

<sup>13</sup> Ad esempio nel caso in cui il sistema preveda la chiusura ermetica delle finestre e il livello di temperatura percepita nell'ambiente sia leggermente maggiore rispetto alla soglia di benessere si azionerebbe il sistema di condizionamento dell'aria anche quando basterebbe aprire la finestra per breve tempo. Cfr. Rossi M., *Prodotti e sistemi di involucro innovativi per il progetto di edifici energeticamente efficienti*, Edizioni Simple, Macerata, 2009, pag.33.



Si deve promuovere, così come suggerisce Dierna, una *“condizione umana come progetto”* integrando la partecipazione degli utenti nella fase programmatica decisionale; nella condivisione delle scelte progettuali, cercando di comprendere le richieste e le osservazioni per tramutarle in oggetto progettuale, *“ed infine, investire i soggetti interlocutivi di un ulteriore ruolo – che è quello potenzialmente più incisivo sull’auspicata conseguibilità del successo dell’operazione trasformativa in termini di sostenibilità, ecologicità ed ecoefficienza dei risultati – quello della partecipazione alla gestione stessa del prodotto, dal controllo della correttezza dei comportamenti – base all’interno della propria unità abitativa, alla condivisione degli aspetti gestionali dell’edificio (...), all’eventuale coinvolgimento in operazioni manutentive leggere su aspetti e componenti che non richiedono particolari specialismi, ma che alla lunga possono rivelarsi strategiche per il conseguimento di reali risparmi in termini di controllo, uso e consumo delle risorse in gioco”*<sup>14</sup>.

In quest’ottica le scelte tecniche più appropriate sono quelle che puntano a realizzare le “6+1” questioni strategiche, enunciate dal *World Business Council for Sustainable Development* e dall’*United Nations Environment Program*: riduzione del consumo di energia; riduzione del consumo di materiali; riduzione delle emissioni nocive; massimizzazione del riuso e della riciclabilità; massimizzazione della durata di prodotti e di componenti; massimizzazione dell’impiego di risorse rinnovabili; sviluppo della partecipazione<sup>15</sup>.

Il rapporto tra l’uomo e l’ambiente costruito coincide con l’origine e la storia dell’architettura: egli è sempre stato il “centro”, nonché l’unità di misura del progetto dello spazio confinato. In un’ottica di progettazione sostenibile l’uomo, oltre a svolgere questo ruolo, diventa anche l’unità di misura dell’efficienza energetica dell’edificio: attraverso la variabile dell’energia, si amplia la visione del rapporto uomo – spazio nel rapporto uomo-spazio-energia<sup>16</sup>. Fattori come la partecipazione, l’uso consapevole e la gestione della propria abitazione non amplificano soltanto il ruolo e le responsabilità dell’utente nei confronti dell’ambiente, ma obbligano il progettista a diventare l’interprete di quel rinnovato rapporto tra uomo, spazio e energia implementando nel progetto i contributi derivanti dall’analisi delle esigenze dell’utenza e dall’uso dell’edificio nell’ottica della riduzione dei consumi.

La storia dell’architettura è piena di modelli teorici di rappresentazione dell’uomo. Dall’uomo di Vitruvio, a quello di Leonardo, al modulo di Le Corbusier, solo per citare alcuni esempi, l’uomo è assunto come unità di misura per dimensionare e proporzionare lo spazio confinato. Inoltre, lo studio

<sup>14</sup> Cfr. Dierna S., *“Sostenibilità e consumo delle risorse”*, in *Sitda L’invenzione del Futuro, Napoli 7-8.03.2008*, Alinea editrice, Città di Castello, Perugia, 2008, Pag.97.

<sup>15</sup> “6 +1” è la definizione che ne dà Salvatore Dierna introducendo il principio della partecipazione in aggiunta ai sei canonici. In Dierna S., *op. cit.*, pag. 84.

<sup>16</sup> Cfr. Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura Solare*, CLUP, Milano, 1984.





CANADA

(fonte: Mariella Mosca, archivio fotografico)

dell'uomo e delle sue esigenze costituisce la base concettuale di larga parte della normativa nazionale ed internazionale strutturata sulla definizione del sistema esigenze-requisiti<sup>17</sup>. Queste ultime si riferiscono, non soltanto ad un modello antropometrico di uomo ma, piuttosto, ad una persona che interagisce con l'ambiente mettendo in atto processi fisici, percettivi, sensoriali e cognitivi sempre più complessi. Tuttavia, all'interno di questo approccio, per quanto sicuramente più ampio dei precedenti, la rispondenza alle esigenze dell'utenza finale fa riferimento ad un tipo di utente cosiddetto "medio"<sup>18</sup>. Oggi, è necessario che si compia un ulteriore passaggio dall'utente medio all'utente "reale" attraverso la comprensione degli usi e l'inclusione di questi nel progetto. Questo percorso è ancora più inevitabile se lo si legge in una prospettiva storica in cui la tematica energetica era ancora in fase embrionale. Già a partire dagli anni '80, infatti, e ribadendo il concetto nel più recente lavoro *"Sulle tracce dell'Innovazione"*, Nicola Sinopoli affermava che bisognava dire addio, senza alcuna nostalgia all'utente medio. Inoltre, parafrasando Albert Einstein aggiungeva che i problemi per risolvere il futuro della specie umana sul pianeta non possono essere risolti con le conoscenze e le tecnologie che li hanno determinati<sup>19</sup>. Pertanto, l'oggetto dell'analisi non sono gli utenti medi o una categoria di utenti generici, bensì le esigenze e le aspettative degli "utenti reali", ossia delle persone che realmente utilizzano quel dato oggetto (serramento), in uno specifico contesto d'uso, svolgendo specifiche attività<sup>20</sup>. Bisogna considerare la molteplicità delle variabili che definiscono l'interazione uomo-sistema. Ad esempio le caratteristiche e le capacità degli utenti, le caratteristiche e gli obiettivi del prodotto e delle attività per le quali esso è usato, le caratteristiche del contesto fisico e sociale. In realtà, l'attuale produzione industriale è ancora troppo "rigida" e non tiene conto che l'utenza reale non è facilmente "targettizzabile". Il problema è, in altri termini, che il prodotto non è abbastanza flessibile: la rotazione dell'utenza nelle case in affitto, o negli uffici, ad esempio, crea la necessità di venire incontro ad esigenze di uso diverse. A tal proposito si riporta quanto scriveva Scapaccino nel 1979 che sebbene sia stato in parte superato, descrive ancora in maniera attuale il fulcro del problema tra domanda ed offerta: *"L'offerta non si adegua al divenire progressivo della richiesta con la necessaria rapidità e duttilità, dando luogo a situazioni di immobilismo indotto, soprattutto in alcuni e più essenziali aspetti del problema"*<sup>21</sup>. Per cui, un

<sup>17</sup> Cfr. Tosi F., *Ergonomia e Progetto*, Franco Angeli, Torino, 2006, pag. 41.

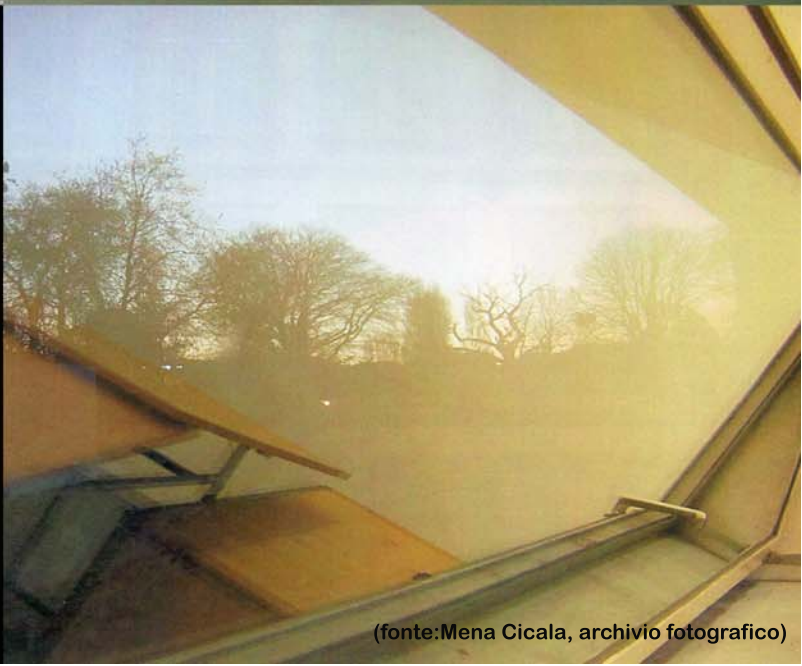
<sup>18</sup> L'utente medio o anche "normodotato" è un uomo adulto, di buona costituzione, risultato di una media astratta di caratteristiche antropometriche e cognitive della popolazione reale. A questa categoria, le norme aggiungono quella degli cosiddetti utenti "speciali". In essa, confluiscono le utenze più "deboli" quali ad esempio, gli anziani, i bambini, i disabili, i disabili su sedie a rotelle, i non vendenti e cioè tipologie di utenti molto diverse tra loro.

<sup>19</sup> Cfr. Sinopoli N. (a cura di), *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecnica ed architettura*, Franco Angeli, 2002.

<sup>20</sup> Cfr. Tosi F., *op. cit.* pag. 42.

<sup>21</sup> Cfr. Romanelli F., Scapaccino E., *Dalla finestra al curtain wall, ricerche sulle tecnologie del discontinuo*, Officina, Roma, 1979, pag. 61.





infisso che voglia realmente soddisfare le esigenze dell'utenza, deve consentire una maggiore flessibilità e adattabilità d'uso. Potenzando queste ultime si possono permettere una più ampia casistica di interazioni uomo-oggetto (finestra) e, inoltre, un uso più efficiente ed appropriato dell'oggetto stesso. Massimizzare l'efficienza e la qualità della suddetta inter-relazione significa migliorare l'*usabilità*, intesa come la capacità del sistema di farsi usare, ossia *"la misura in cui un prodotto viene utilizzato da specifici utenti per raggiungere dati obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in un determinato contesto d'uso"*<sup>22</sup>. Comprendendone tutte le sue parti, l'uomo riuscirà ad utilizzare al meglio il sistema e a ricavarne i risultati attesi. Nell'ottica della sostenibilità, in particolare nella gestione dell'edificio, massimizzare l'efficienza di un sistema nella fase di uso e di gestione significa ottimizzare le risorse energetiche dell'edificio: ridurre i consumi energetici, i costi di gestione e di manutenzione e conseguire il comfort abitativo e livelli più alti di qualità.

La qualità, alla quale ci si riferisce, è una qualità *globale* *"non più elemento esterno e finale rispetto alla produzione (...) ma componente essenziale della produzione stessa, il concetto di qualità è mutato estendendosi e giungendo a divenire obiettivo comune lungo tutte le fasi del processo produttivo (qualità globale)"*<sup>23</sup>.

La visione di una nuova qualità viene fuori, inoltre, anche dalle direzioni della recente normativa che focalizza l'attenzione sul grado di soddisfazione degli utenti. Questo punto di vista implica che la qualità deve essere considerata non solo, come una corrispondenza tra le prestazioni degli edifici e una serie di requisiti predeterminati, ma soprattutto come il risultato del livello di soddisfazione, sostegno e gratificazione degli utenti. Inoltre, la qualità non è riconducibile alla sola somma di tutte le singole prestazioni, ma è chiaramente legata all'effetto combinato di un sistema sui suoi utenti, e quindi deve essere riferita alla percezione degli utenti nell'utilizzo del sistema<sup>24</sup>.

Secondo l'approccio proposto, quindi, il tema della qualità edilizia è piuttosto orientato *sull'usabilità* dell'edificio, che significa qualità dell'interazione uomo e ambiente costruito<sup>25</sup>.

### *L'appropriatezza come principio guida delle scelte tecniche*

In linea teorica l'inclusione dell'uso tra le variabili che condizionano le scelte tecniche rafforza maggiormente la consapevolezza che, in alcuni casi, la soluzione migliore può essere anche quella in cui più che l'arditezza tecnologica si realizza il compromesso più appropriato tra le variabili

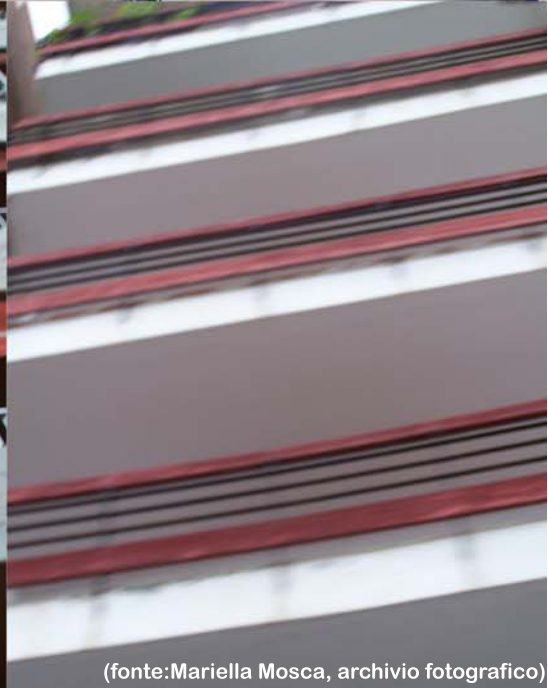
<sup>22</sup> Norma Iso 9126

<sup>23</sup> Cfr. Seneri G. N., *Committenza pubblica e strategie di qualità*, Alinea, Firenze, 1998, pag. 8.

<sup>24</sup> Cfr. Attaianese E., Duca G., "Perceived quality in buildings: human factors in global quality approach", in Atti Convegno CIIB *Combining forces. Advancing Facilities Management and Construction through Innovation*, Helsinki, 2005.

<sup>25</sup> Cfr. Attaianese E., Duca G., *op. cit.*







ambientali, tecniche ed umane. Schiaffonati fa riferimento alla creatività della conoscenza quale terreno di ibridazione di tecnologie, prodotti e competenze<sup>26</sup>. Ibridazione ma anche interdisciplinarietà dei contributi sono condizioni necessarie per gestire la complessità del progetto di architettura e ancor più del progetto di architettura sostenibile. Oltre alla capacità creativa il progettista è chiamato ad avere una visione olistica ed integrata alle varie fasi del processo edilizio, in cui vengono gestiti tutti gli input ed gli output che il progetto comporta<sup>27</sup>.

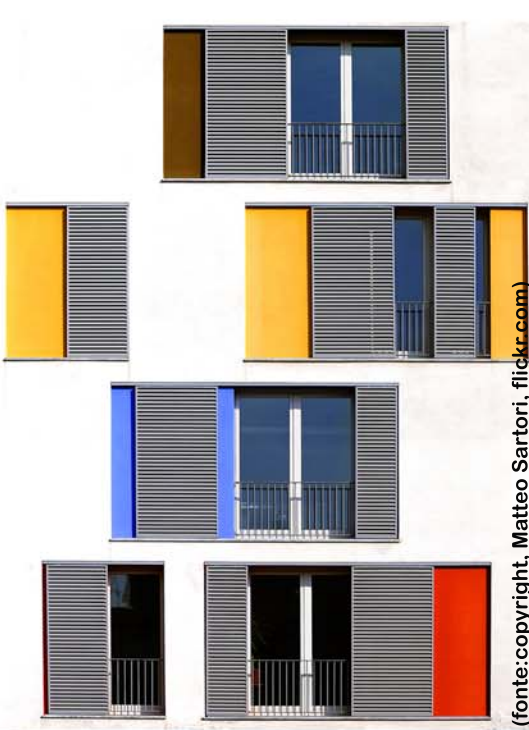
Con l'obiettivo di integrare nelle scelte tecniche, tra le variabili prestazionali e di efficienza del sistema, anche la variabile dell'uomo e dei suoi comportamenti d'uso, quali fattori in grado di incidere sul bilancio energetico dell'edificio e in senso più ampio sull'ambiente, la ricerca si è orientata verso un'indagine empirica. Mediante lo strumento del questionario è stata condotta, infatti, un'analisi su un campione di 95 utenti per comprendere i comportamenti di uso dell'infisso. Il caso studio è rappresentativo di una tipologia edilizia molto diffusa sul nostro territorio: edifici residenziali di quattro livelli costruiti tra la fine degli anni settanta e gli inizi degli anni ottanta. La zona geografica è quella del Sud Italia e la località è Pagani in provincia di Salerno. L'analisi è stata condotta per il periodo invernale ed ha portato ad una raccolta di dati sull'uso delle finestre in funzione di alcune variabili: l'esposizione al sole, l'età degli utenti, il tipo di stanza, il tempo di occupazione, il tipo di attività ecc. A partire da questi risultati si sono proposte alcune raccomandazioni per i tecnici nella scelta del serramento più appropriato, tra quelli presenti in commercio, per mitigare gli effetti sull'efficienza energetica legati agli usi. E alcune raccomandazioni rivolte agli utenti in maniera da orientare i loro comportamenti d'uso in modo più consapevole.

Questa tesi, tuttavia, non può esaurire un simile obiettivo in un'unica applicazione sperimentale, ma può sicuramente proporre una modalità operativa, che potrà essere ripetuta in altri contesti edilizi, geografici e con altre tipologie d'utenza, oltre che essere applicata ad altre componenti dell'edificio. La maggiore disponibilità di dati potrà consentire di includere, con una migliore approssimazione, l'uso nel progetto di architettura. Tale obiettivo si potrà raggiungere solo estendendo *"anche al campo della progettazione e della realizzazione dei componenti studi che, partendo da una diversa impostazione di base, portino a risultati rigorosi, che permettano veramente di avvicinarsi all'essenza del problema (...)". I componenti edilizi debbono rispondere cioè in modo totale alla domanda e debbono subordinare tutte le loro caratteristiche al rispetto delle esigenze dell'utenza. E' necessario perciò,*

---

<sup>26</sup> Cfr. Schiaffonati F., "Innovazione tecnologica e competitività", in *Sitda L'invenzione del Futuro*, Napoli 7-8.03.2008, Alinea editrice, Città di Castello, Perugia, 2008, pag. 57

<sup>27</sup> Cfr. Peguiron G., Altomonte S., "Sostenibilità e responsabilità, responsabilità e sostenibilità", in Massimo Perriccioli (a cura di), *Incontri dell'Annunziata giornate di studio sull'innovazione tecnologica*, Atti V e VI, Edizioni Simple, Macerata, 2008, pag. 188.





*e in primo luogo, chiarire tutti i termini della richiesta dell'utenza, in modo che non ci siano incertezze. E' chiaro a tutti come la tecnologia più avanzata e il più potente corredo di strumenti non possono risolvere alternative dai termini incerti*<sup>28</sup>. Si dovranno, pertanto, mettere a punto *"strumenti conoscitivi per una progettazione documentata dei componenti edilizi nel contesto costruito"*<sup>29</sup>.

In conclusione, il contributo innovativo del presente lavoro di tesi è la proposta di un "approccio sperimentale". Approccio in grado di individuare quali siano, al variare del contesto, le scelte tecniche più appropriate in funzione dei comportamenti d'uso nell'elaborazione di un progetto orientato al risparmio energetico. Tale modalità prevede due fasi: la prima corrisponde allo studio dei comportamenti dell'utenza nell'uso delle finestre, in un caso esemplare, e la seconda coincide con l'elaborazione di linee guida alla scelta del serramento più idoneo che consenta di integrare gli usi tra le prestazioni energetiche<sup>30</sup>.

Come nota Nardi *"solo una decisa apertura culturale può animare le conoscenze tecniche e guidare il progettista nei meandri dell'innovazione, delle loro modifiche, dei loro aggiustamenti, dei loro trasferimenti"*. L'articolazione, la complessità, *"l'ampiezza del mondo"*, rompono gli schemi conoscitivi propri delle categorie classiche aristoteliche e necessitano di altri livelli di conoscenza per pensare *"di ricostruire correttamente e adeguatamente la progettualità e per pensare di realizzare, attraverso di essa, un mondo accettabile"*. Si tratta come prosegue Nardi di includere i contributi che derivano dalle *categorie antropologiche "che non escludono mai dalla costruzione di conoscenza, accanto alla natura e alla tecnica, il contributo dell'uomo"*. Dunque alle categorie classiche aristoteliche si possono affiancare *"il sostegno teorico e pratico"* offerto delle categorie antropologiche che rispondono meglio alla complessità e *"alle esigenze della contemporaneità"*.<sup>31</sup>

Inoltre, la lettura dei dati derivanti dalla sperimentazione consente di formulare alcune indicazioni per lo sviluppo di nuovi prodotti più flessibili, quali ad esempio *finestre interattive*, piuttosto che alcune semplici indicazioni contenute in un manuale delle istruzioni per informare gli utenti. Nel progetto dell'innovazione, come nota Cetica, *"la creatività è lo strumento essenziale per intervenire sull'entropia del dato e arrivare alla conoscenza (nel caso di specie al progetto), ma l'apporto creativo richiede un intervento organizzatore che si esplica anche attraverso l'azione di nuove figure: gli analisti che raccolgono i dati di base per la progettazione e i sistematizzatori, che creando*

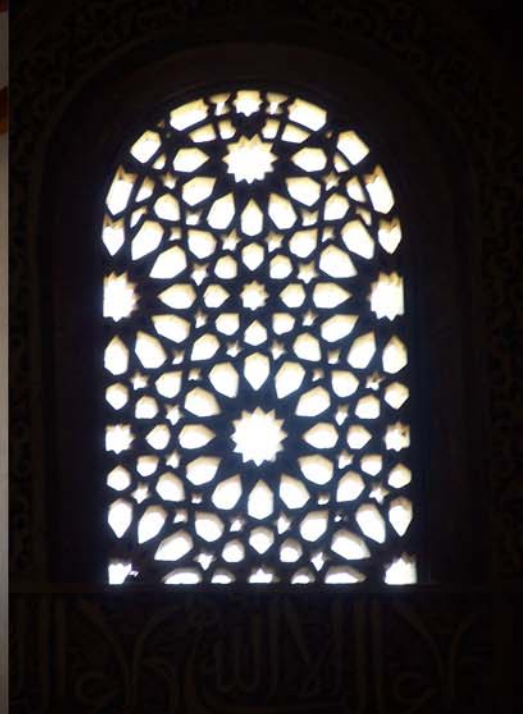
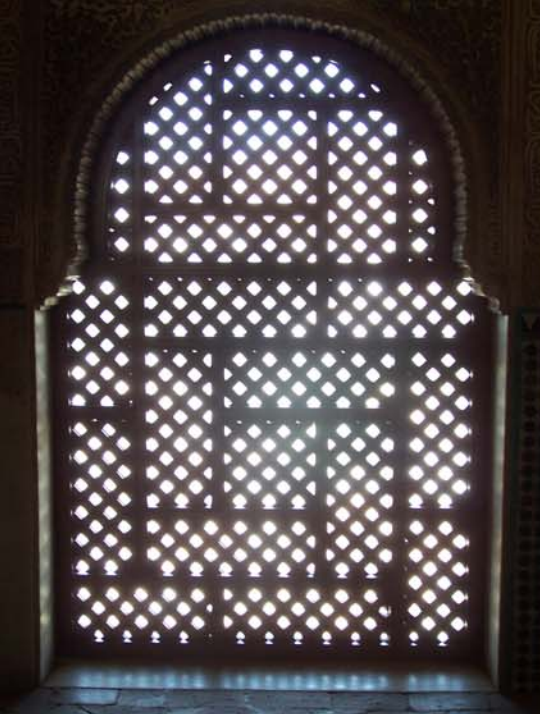
---

<sup>28</sup> Cfr., Romanelli F., Scapaccino E., *op. cit.*, pag. 62.

<sup>29</sup> Ibidem

<sup>30</sup> Cfr., cap.3 e cap.4

<sup>31</sup> Cfr., Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, Libreria CLUP, Milano, 2003, pag. 265.



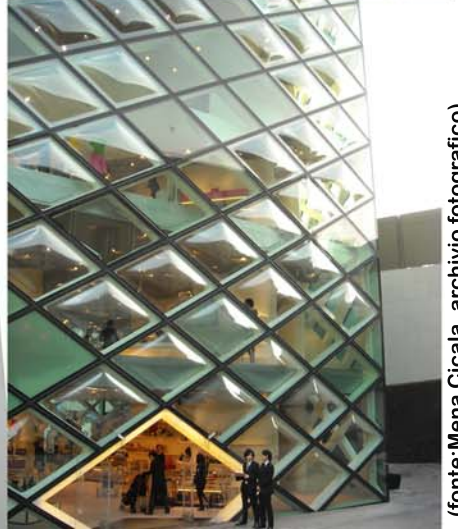
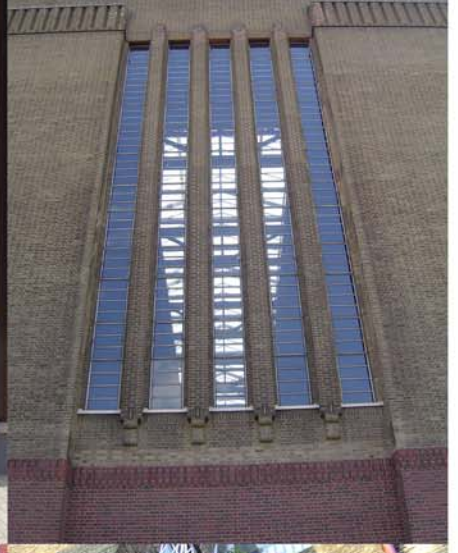
*le griglie interpretative, organizzano i dati trasformandoli in informazioni utili per i piani, i progetti e i programmatori”<sup>32</sup>.*

In questa ricerca ci sono i dati per suggerire le future innovazioni e alcune griglie di lettura e di interpretazione dei risultati che definiscono delle indicazioni/raccomandazioni per il progettista in funzione degli usi.

---

<sup>32</sup> Cfr., Cetica P. A., *La scelta di progettare, Paradigmi per un'architettura della vita*, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze, 2003.





## Capitolo 1

### Classificazioni



(fonte: Teresa La Femina, archivio fotografico)

### 1.1 Cenni sull'evoluzione del serramento dall'800 ad oggi

Serramento o infisso sono i termini che nel linguaggio tecnico corrente sono usati come sinonimi dell'elemento costruttivo "finestra"<sup>1</sup>.

Il termine finestra, dal latino *fenestra*, si fa risalire etimologicamente a *finis extra* che significa sia "fine di quello che c'è fuori", sia "inizio di quello che c'è dentro". Questo termine, oltre all'ambiguità intrinseca dovuta al procedimento retorico per cui si identifica *una parte per il tutto*, si riferisce all'intera categoria degli elementi che separano lo spazio interno da quello esterno<sup>2</sup>. Il significato etimologico pone, dunque, l'accento sulla funzione di comunicazione, di "interfaccia" che stabilisce una sorta di soluzione di continuità tra esterno ed interno. Nel testo *"Dalla finestra al curtain wall. Ricerche sulle tecnologie del discontinuo"* sono usati i termini "finestra" e "porta", per denotare aperture *strumentalmente necessarie*, ma prive di significato architettonico, e il termine "elemento finestra" per indicare *"un elemento architettonico in cui funzione e forma si compenetrano e il cui impiego e ruolo discendono da considerazioni architettoniche prima ancora che utilitaristiche, anche se quest'ultime condizionano sempre ogni scelta progettuale logica"*<sup>3</sup>.

Con il termine infisso, dal latino *infigere*, si indicano, invece, tutte le opere di finitura che servono alla chiusura dei vani, costituite di un telaio rigidamente collegato (infisso) alle cornici o mostre che delimitano il vano. Il telaio è formato da una parte fissa, che si ancora alla muratura, e da una parte mobile (anta) connessa con diverse modalità al telaio.

Sono "serramenti" quelle strutture, fisse o mobili, che servono a chiudere i vani creati dalle "aperture"; essi per lungo tempo si sono identificati con gli infissi. A partire dal tardo medioevo comincia a delinearsi una differenza di compiti: gli infissi erano quegli elementi posti all'interno dei vani delle finestre realizzati con telai di legno mobili che si aprivano e si chiudevano mediante l'aiuto di cardini e che sostenevano vetri piombati di ridotte dimensioni; i serramenti, invece, assunsero in un primo tempo, la funzione di difesa del vano, per cui furono posti all'esterno dell'infisso, mentre in un secondo tempo, divennero schermature che si opponevano al passaggio della luce<sup>4</sup>.

La norma UNI/CE 0051 (normativa UNI 7867, marzo 1979; sistema tecnologico: insieme strutturato di unità tecnologiche o di elementi tecnici) organizza in maniera sistemica l'edificio per cui l'infisso viene incluso tra le chiusure, compreso nell'unità tecnologica delle chiusure verticali esterne<sup>5</sup>. Questa categoria si suddivide in serramenti esterni, schermi ed attrezzature. I serramenti si suddividono a loro volta in: *finestre* che hanno la funzione

---

<sup>1</sup> Cfr. Di Sivo M., *La parete e la finestra*, Alinea editrice, Firenze, 1997, pag. 174.

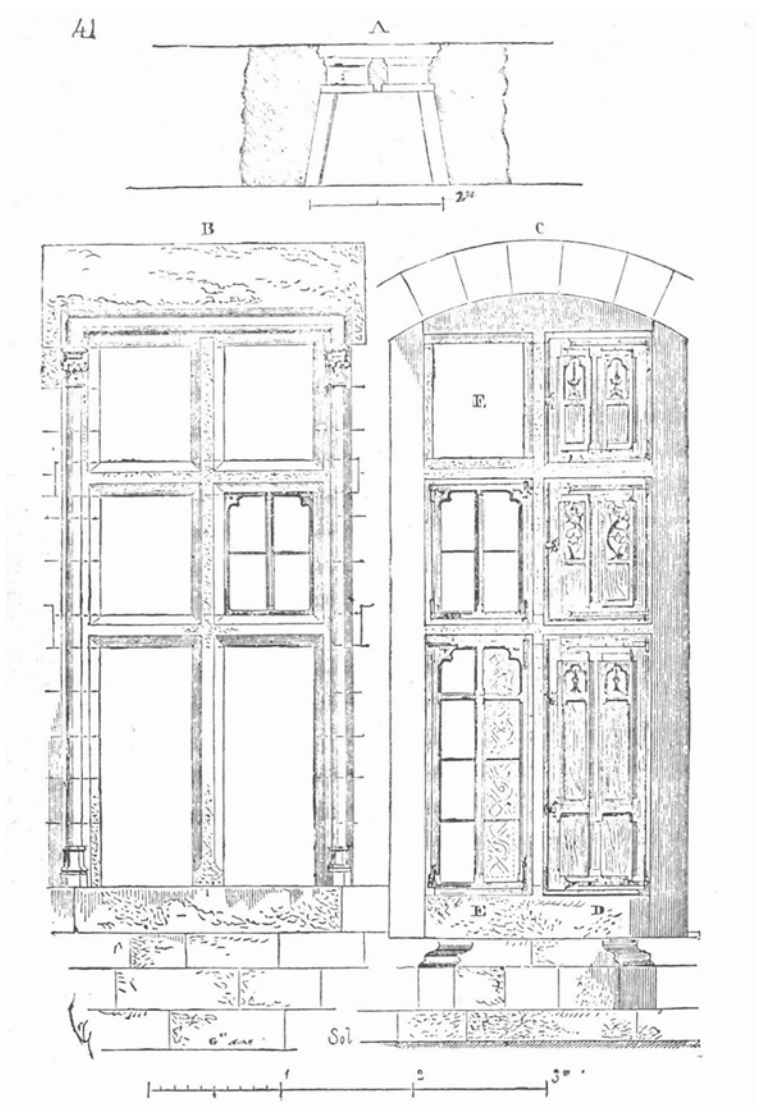
<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> Cfr. Romanelli F., Scapaccino E., *Dalla finestra al curtain wall, ricerche sulle tecnologie del discontinuo*, Officina, Roma, 1979, pag.25

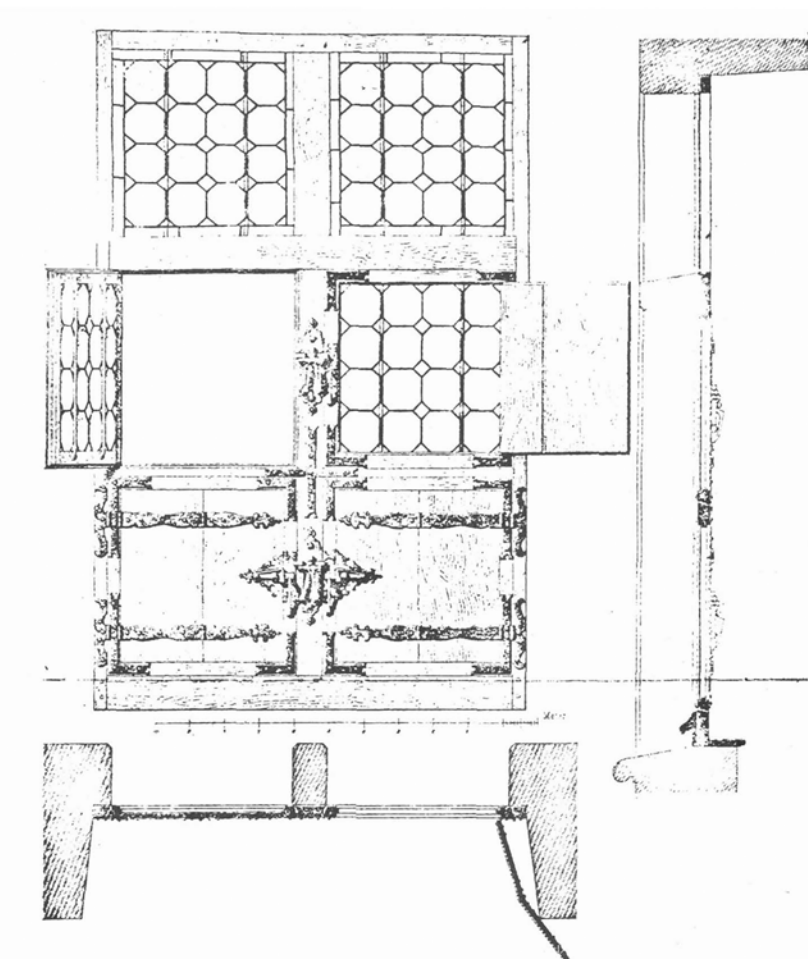
<sup>4</sup> *Ivi*, pag.32.

<sup>5</sup> Norma UNI 8290





Esempio di infisso pietrificato completato dalla presenza di diaframmi mobili  
Dal trattato di Viollet Le Duc



Riproduzione di un infisso rinascimentale con la scansione in parti mobili.  
Dal trattato del Durm

principale di consentire il passaggio di flussi luminosi, di calore e di aria; *porte-finestre* che in più consentono e/o impediscono il passaggio di persone<sup>6</sup>. Appartengono alla categoria dei serramenti anche le *luci fisse* quando è consentita l'illuminazione e la visibilità ma non la ventilazione.

In determinati periodi storici l'infisso è stato quasi completamente trascurato, o perché si conoscevano tecniche di costruzione rudimentali, o perché l'interesse era rivolto verso "*altri importanti valori architettonici*"<sup>7</sup>. Ad esempio in tutta la produzione storica del Rinascimento e del Cinquecento sebbene la tecnica della costruzione in legno era sicuramente conosciuta e avanzata, essa non si traduceva in interesse architettonico. L'infisso diventava esplicito solo in quei pochi esempi di finestre a croce dei primi del quattrocento, in cui si trattava di realizzare infissi "pietrificati" che per questo motivo erano trattati con la stessa cura degli elementi architettonici. In altri periodi, come ad esempio nella produzione dell'Art-Nouveau, l'infisso in sé diventa l'elemento

---

<sup>6</sup> La terminologia dei serramenti è contenuta sostanzialmente nelle norme tecniche di riferimento, in particolare le principali sono:

*FINESTRE*

UNI EN 12519: 2005- Finestre e porte pedonali- Terminologia

UNI 8370: 1982- Serramenti esterni- Classificazione dei movimenti di apertura delle ante

*CHIUSURE*

UNI 8369-1: 1988- Edilizia- Chiusure verticali- Classificazione e terminologia

UNI 8369-4: 1988- Serramenti esterni- Classificazione e terminologia degli schermi

UNI 8369-5: 1988- Edilizia- Chiusure verticali- Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni- Terminologia e simboli per le dimensioni

UNI EN 12216: 2005- Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne- Terminologia, glossario e definizioni

*ACCESSORI*

UNI 9283: 1988- Edilizia- Accessori per finestre e portefinestre- Classificazione e terminologia

*VETRI*

UNI 7697: 2007- Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie (la terminologia è rimandata alle relative norme UNI di prodotto.)

Tali norme riportano le definizioni relative al prodotto finito, agli accessori e agli elementi che compongono il serramento.

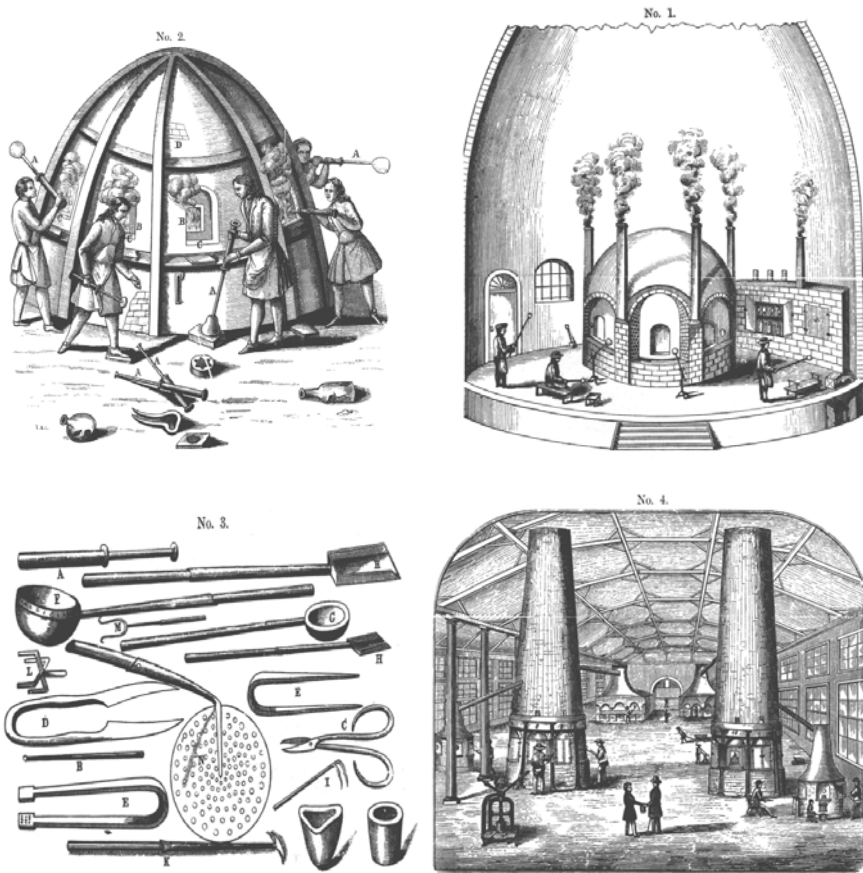
La norma UNI 8370: 1982 classifica i serramenti sulla base dei diversi sistemi di apertura.

La norma UNI 9283: 1988 classifica gli accessori in base alla funzione svolta, suddividendoli in accessori di:

- Assemblaggio (dei componenti)
- Manovra (per vincolare o svincolare l'ante in relazione al telaio fisso)
- Movimentazione (per il movimento dell'anta)
- Servizio (per funzioni di completamento)
- Posa in opera (per la connessione tra telaio fisso e controtelaio o vano murario)
- Interfaccia (con tamponamento, le chiusure oscuranti, ecc.)

<sup>7</sup> Cfr. Romanelli F., Scapaccino E., *op. cit.*, pag.18.

## 1. Classificazioni



manifattura artigianale del vetro, 1850 circa; da "Reminiscences of Glass-Making" by Deming Jarves, 1854; (fonte: <http://glassian.org/Making/index.html>)

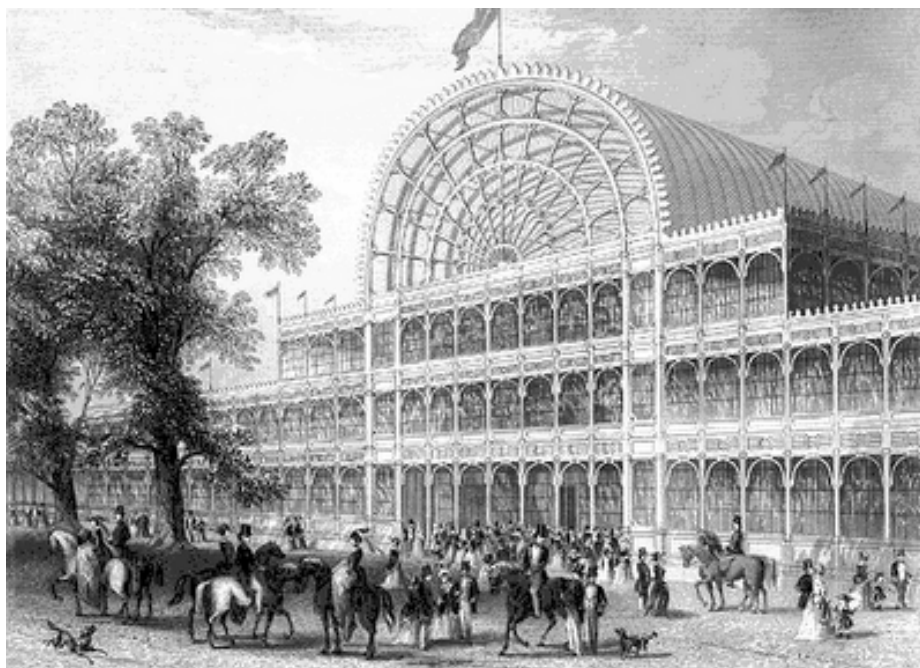
predominante della composizione architettonica, al punto che, gli elementi edilizi circostanti ne fanno, spesso, solo da sfondo<sup>8</sup>.

Inoltre, l'evoluzione concettuale della finestra è legata ad un lento progresso delle tecniche costruttive e delle esigenze abitative che, non ha registrato forti innovazioni fino alla metà dell'800, a causa delle limitazioni oggettive legate alla produzione del vetro (vedi Tab.I). All'inizio del secolo XVIII le finestre cominciano a non essere più esclusivo appannaggio delle architetture ecclesiastiche e delle opere pubbliche ma si diffondono nelle abitazioni signorili in seguito all'introduzione del vetro stirato. In Europa si inizia ad utilizzare la *persiana*, che con il suo caratteristico impiego di lamelle orizzontali, fisse o orientabili, diventa ben presto serramento apprezzato trovando largo impiego nelle più diverse strutture abitative. Nel 1851 il *Crystal Palace*, costruito in occasione dell'Esposizione Universale di Londra, su progetto di Paxton, un giardiniere inglese, segna il trionfo dell'involucro in vetro e della modularità. *"Fu proprio l'uso di elementi relativamente piccoli, smontabili e recuperabili a determinare il successo della proposta di Paxton"*<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> *Ibidem*

<sup>9</sup> Cfr. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, Edizione Laterza, Bari, 1977, pag.46.

L'impianto planimetrico dell'opera presenta un modulo di base quadrato di circa sette metri, corrispondente alla posizione dei montanti in ghisa. A rendere possibile la sua realizzazione in soli nove mesi è l'introduzione, nel 1839, di un procedimento, molto migliorato, di soffiaggio mediante cilindri: i fratelli Chance, in Inghilterra, modificano le fasi di taglio, abrasione e lucidatura del cilindro soffiato in modo da ridurre le rotture del vetro e migliorare le superfici<sup>10</sup>. Dall'800 in poi lo sviluppo del vetro avviene a ritmi sempre maggiori legati all'evoluzione della produzione: dall'introduzione del forno a gas Siemens (1861), passando per l'invenzione dello stratificato da parte del francese Benedictus (1903), fino alla messa a punto del sistema Pilkington per la produzione del float glass (1952), in meno di un secolo i costosi e laboriosi processi di produzione del vetro (vetro soffiato) diventano notevolmente semplificati nella lavorazione e le proprietà ottiche e meccaniche delle lastre risultano migliorate al punto da consentire dimensioni sempre maggiori<sup>11</sup>. E' con il Movimento Moderno e con il crescente interesse per la salubrità dell'aria e della luce in casa, che si diffonde la tendenza a sperimentare superfici vetrate sempre più ampie.



*Cristal Palace di Paxton; (fonte:fr.academic.ru)*

La ricerca si spinge molto oltre, soprattutto, sul tema della luce: il *pan de verre* di Le Corbusier diventa una parete di vetro che si sostituisce a quella

<sup>10</sup> Cfr. AA.VV., *Atlante del vetro*, UTET, Torino, 1999, pag.11.

<sup>11</sup> Cfr. Antonini E., "Cent'anni di metamorfosi", in *Costruire*, n.309 febbraio 2008, pag. 53.





#### **Casa Martin\_Buffalo, Wisconsin (1904)**

**F.L.Wright**

Nelle case del periodo Prairie-House le finestre sono scandite da un disegno dell'infisso molto fitto. Pur essendo continue esse non si configurano come finestre a nastro, perchè non si ha l'immagine di bucatura nella superficie esterna. Inoltre data la tendenza ornamentale di Wright, i vetri sono spesso piombati e di piccole dimensioni, in modo da riflettere la luce secondo diverse tonalità creando effetti più vari rispetto alla lastra unica.

(fonte: Mariella Mosca, archivio personale)

#### **Casa Goetsch-Winckler house (1939)\_**

**Okemos\_Michigan\_F.L.Wright**

Come già in altre opere qui si utilizza la finestra ad angolo e l'apertura verso l'esterno.

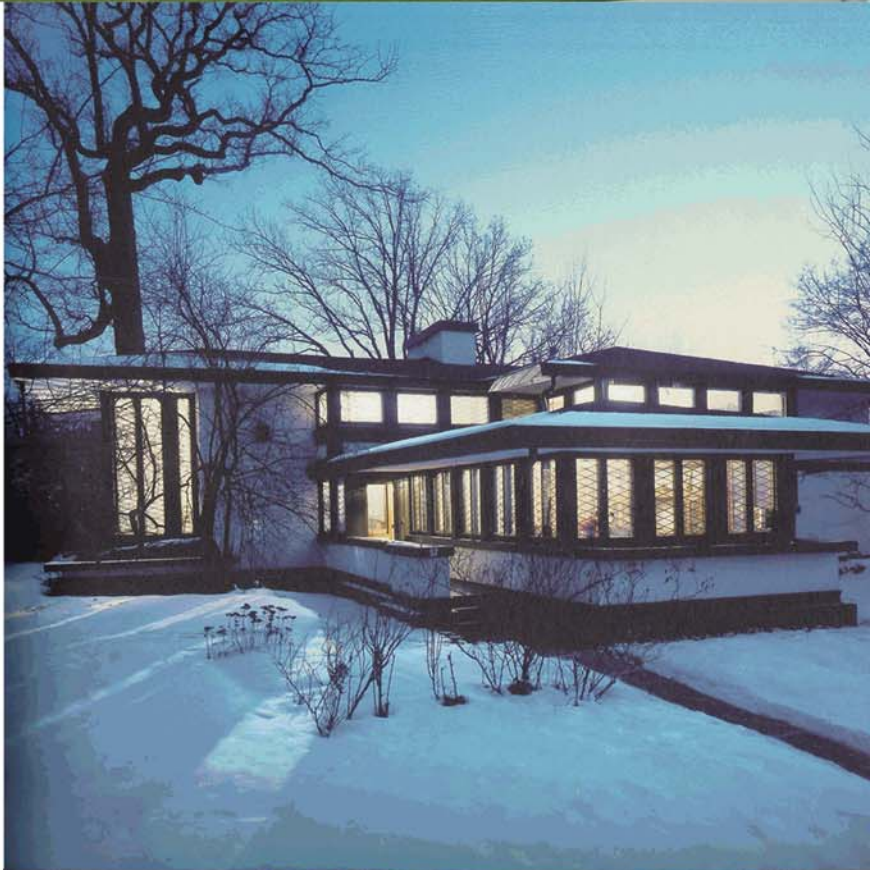
Prevale inoltre, il disegno delle romboidali del vetro.

(fonte: Maddex D., Wright-Sized Houses, Abrams, New York.)

#### **Casa sulla cascata\_Bear Run (1936)\_F.L.Wright**

Secondo periodo di Wright; il volume della casa è estremamente frantumato per cui non ha senso parlare di bucatore. Più che infissi, infatti, si tratta di pareti vetrate.

(fonte:<http://it.wikipedia.org/wiki/File:FallingwaterWright.jpg>)







### **Cité de Refuge a Parigi\_Le Corbusier (1932)**

Esempio di *pan de verre*. Benevolo ci informa che l'edificio ha vari difetti tecnici tra cui la vetrata a chiusura ermetica si è dimostrata incompatibile con l'impianto di condizionamento, ed ha dovuto essere schermata con un brise-soleil.  
(fonte: galinsky.com)



### **Villa Savoye\_Poissy (1928-1930)\_Le Corbusier**

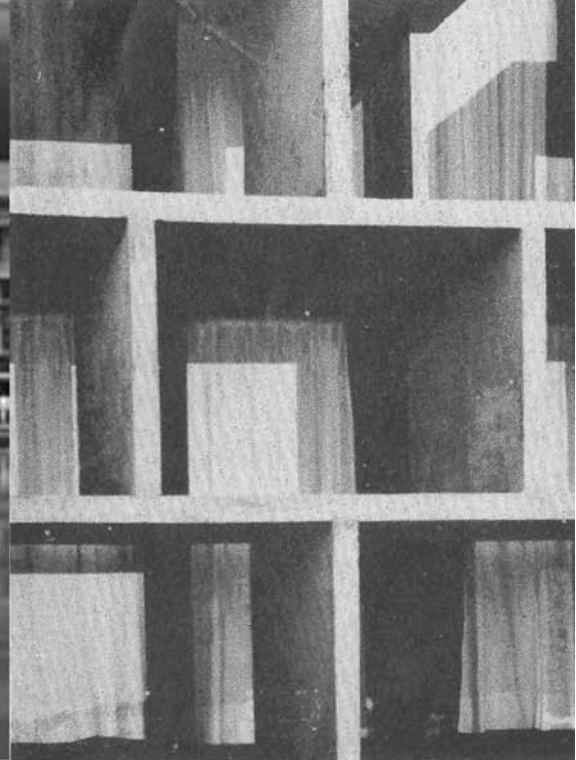
Le aperture sono tagliate nelle superfici esterne del volume, in modo semplice. Tuttavia, se il taglio è all'esterno, dove dovrebbe essere, l'infisso è, su alcuni prospetti, collocato all'interno (alla fine del soggiorno). Esiste una differenza tra apertura nel muro e "marchingegno di chiusura". In questo modo, superando il limite del vetro, si estende il soggiorno all'aperto. (fonte:<http://www.ivarhagendoorn.com/photos/series/villa-savoye>)



### **Maison La Roche\_Parigi 1924\_Le Corbusier.**

Nella sala delle esposizioni è aperta una finestra curva sulla rampa.  
L'infisso è scandito secondo una trama costituita da parti strette e lunghe e parti rettangolari di dimensioni maggiori.  
(fonte: Mariella Mosca,archivio personale)





**Palazzo di Giustizia Chandigar Le Corbusier (1953)**

La parete vetrata si copre tutta di un parasole in *beton-brut*. Esso con la sua griglia, con le sue ombre profonde, scandisce il ritmo dell'architettura, ricalcando la funzione delle cornici del Cinquecento. (fonte: Romanelli, Scapaccino, op.cit.)



**Cappella a Ronchamp Le Corbusier (1950-1953)**

In questa opera le finestre sono delle bucatore casuali praticate nello spessore delle mura portanti. La loro funzione è legata al passaggio della luce che deve accompagnare l'atto della preghiera ed "illuminare il nostro buio interiore" Cfr. Romanelli, Scapaccino, op.cit. (fonte: AAVV, Atlante del Vetro, UTET, 1998.)

piena segnando un momento di libertà e di autonomia della superficie vetrata dalle rigide regole in cui la muratura l'aveva a lungo costretta.

Paul Scheerbart identifica *l'Architettura di vetro* come un luogo senza finestre che segna la vittoria totale della luce, in grado di sfidare il tempo e la cultura e di simboleggiare il trapasso dal "pesante" al "leggero"<sup>12</sup>.

Le Corbusier introduce *la fenestre en longuere* (finestra a nastro) tra i suoi cinque punti programmatici dell'architettura moderna. Nel suo progetto di finestra, alla superficie vetrata sono demandati i compiti legati alla vista, all'illuminazione e alla penetrazione del sole, mentre per la ventilazione sono usati pannelli in materiale opaco, come il legno o la lamiera, combinati con un sistema di apertura adeguato che consenta l'aerazione<sup>13</sup>.

Il trionfo delle grandi finestre comporta, però, forti svantaggi sul comfort termico a causa delle scarse qualità fisiche che presentavano gli involucri in quegli anni, aumentando di conseguenza, il fabbisogno energetico degli edifici legato ad un uso supplementare degli impianti. Lo stesso Le Corbusier se ne rese conto e a lui si devono proprio alcuni tra i primi esperimenti per minimizzare l'uso di impianti di climatizzazione. Uno di questi è il sistema della *respiration exacte* o *il mur neutralisant* in cui aria, calda o fredda a seconda della stagione, viene soffiata all'interno delle due lastre di vetro<sup>14</sup>. Migliori vantaggi furono invece legati all'introduzione del *brise-soleil* a sostituzione dei tradizionali schermi ad ante di legno interne e/o esterne. Il *brise-soleil* è formato da una serie di lamelle aggettanti orizzontali e/o verticali e giustapposto all'intera facciata con lo scopo di regolare l'ingresso della luce nell'ambiente interno. Con la crisi energetica degli anni Settanta, si fanno strada in Germania e nei paesi del Nord le prime sperimentazioni legate al tema del risparmio energetico. Proprio in quegli anni viene approvata in Germania, la legge sul risparmio energetico negli edifici (EnEG) che crea le premesse per l'entrata in vigore, nel 1977, del decreto normativo che fissa i valori di K (oggi U) massimi consentiti relativi a componenti esterni degli edifici<sup>15</sup>. Intanto, si sviluppano le prime ipotesi di sfruttamento passivo dell'energia solare, che negli anni Ottanta danno vita ai primi esempi delle cosiddette "architetture solari". Queste ultime sono caratterizzate da edifici

---

<sup>12</sup> Citazione di Scheerbart, contenuta in. Berterame A, Cataldi G. "L'evoluzione dell'involucro industrializzato leggero: sistemi di facciata a risparmio energetico e vetri a trasparenza variabile" in *Quadra, periodi di cultura tecnica e scientifica sul serramento*, UNCASAAL, Milano, 2, 2000, pag.2.

<sup>13</sup> Cfr. Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura solare*, Clup edizione, Milano, 1984, pag.19.

<sup>14</sup> Cfr. AA.VV., *Atlante del Vetro*, Utet, Torino, 2000, pag.32.

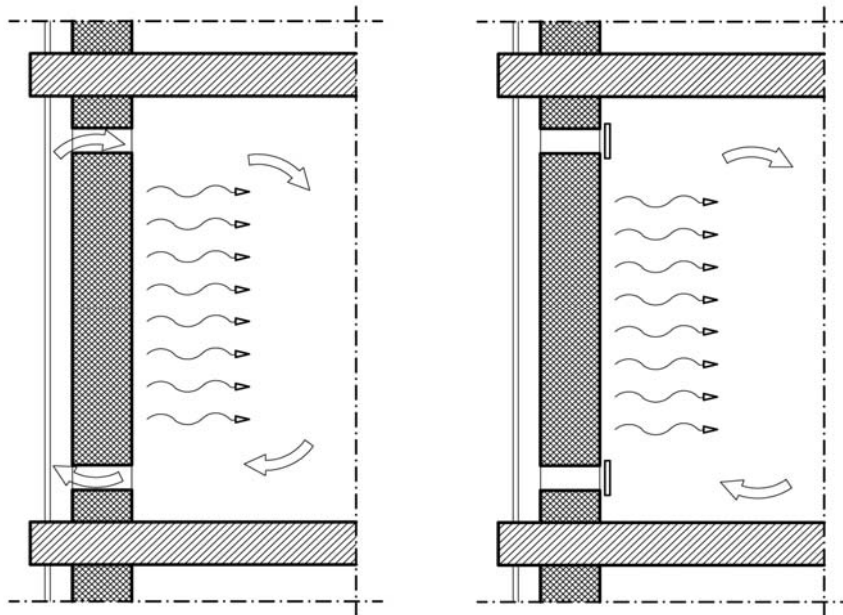
<sup>15</sup> Fu nel 1828 il fisico francese Jean Claude Eugène Péclet ad adottare il valore K per indicare il coefficiente di trasmittanza termica di un corpo. Cfr. AAVV, *Atlante della Sostenibilità*, Utet, Milano, pag.84.





*Casa Trombe, Odeillo Francia; Casa Smith; Casa in Galles; (fonte: Atlante del Vetro, op.cit.)*

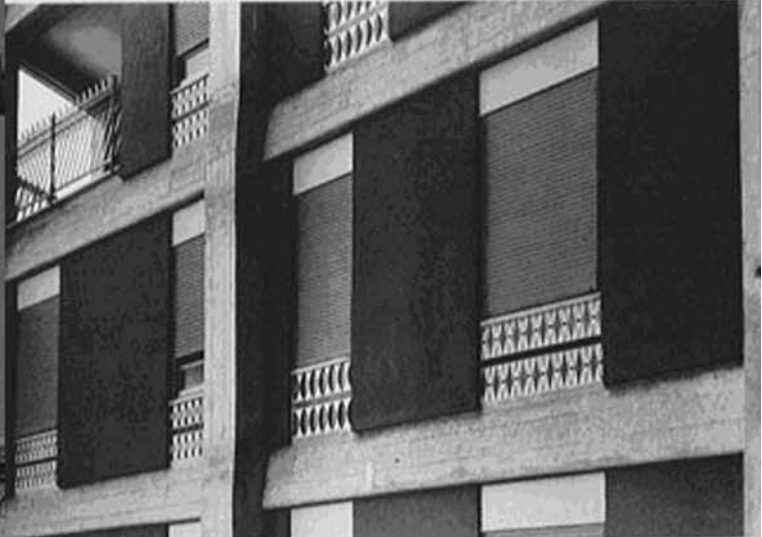
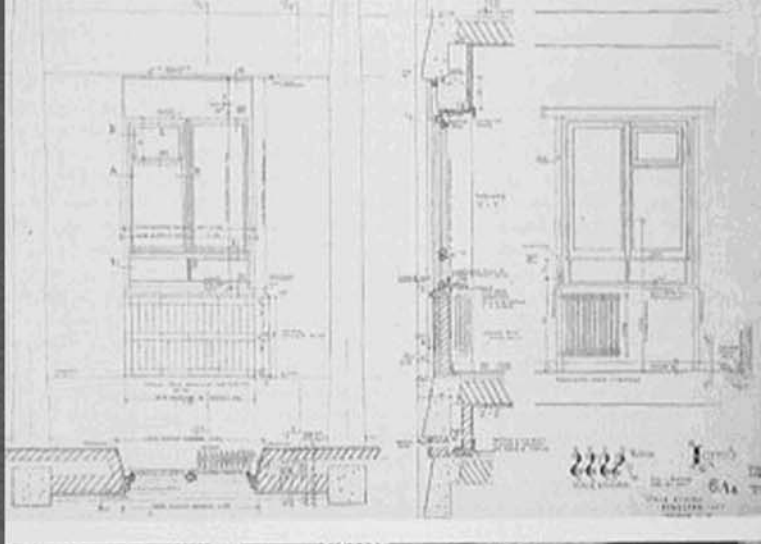
orientati a Sud, dotati di grandi masse di accumulo e ampie superfici vetrate opportunamente disposte. Tali esperimenti sono legati allo sfruttamento di alcuni principi di fisica tecnica, quali ad esempio l'effetto serra, che rappresenta il principio di accumulo della radiazione solare passiva attraverso il vetro. Dimostrato e studiato dallo scienziato svizzero Horace Bénédict de Saussure nel XVIII secolo, l'effetto serra, fu a lungo limitato nell'uso alle serre e ai giardini d'inverno. A partire dagli '30 del secolo scorso si cominciano a diffondere le prime applicazioni sperimentali soprattutto nella costruzione di sanatori: ad esempio il *Sanatorio di Paimio* realizzato da Alvar Aalto nel 1933. In quegli anni, inoltre, si ha anche l'introduzione dei vetri isolanti il cui brevetto era già stato realizzato nel 1865 da Stanson, un vetraio statunitense. Nel 1934 in Germania la *Siecherheitsglas GmbH di Kunzendorf/Niederlausitz* ottiene il brevetto per il doppio vetro incollato al perimetro, sperimentato per la prima volta nei treni ad alta velocità per evitare la formazione di ghiaccio e condensa sui finestrini. Nel 1938 negli Stati Uniti si sperimenta la vetrocamera *Thermopane* con saldatura perimetrale, che nel 1954 è commercializzata sul mercato tedesco. Negli anni '70 ha inizio la commercializzazione massiccia del vetro camera anche in Italia, mentre già negli anni '50 si effettuano in Norvegia sperimentazioni su vetri basso emissivi e in Svezia su vetri multistrato. Tra le ricerche sugli involucri, condotte nella seconda metà del '900, si ricorda, a titolo di esempio, la realizzazione in Inghilterra da parte dell'architetto Morgan di un prototipo di una facciata a doppio guscio (1961):



*Schema di funzionamento del Muro di Trombe; (fonte: informazione casa.it)*

composta da due pareti poste a 60cm di distanza alle cui spalle sono disposte tavole per il controllo dell'irraggiamento e il riscaldamento. Le tavole, da un lato, sono rivestite da una superficie di alluminio, mentre dall'altro sono colorate di nero e si possono ruotare a seconda delle esigenze. L'accumulo di calore avviene, invece, attraverso i solai pieni in calcestruzzo. Negli stessi anni Felix Trombe lavora ad una parete di accumulo che si trova direttamente alle spalle della superficie di vetro: quest'ultima non serve più ad illuminare e a consentire la vista esterna, ma ha il solo compito di catturare il calore e di condurlo sulla retrostante parete di mattoni rivestita di nero che funge da accumulatore. In inverno, attraverso delle fessure disposte nella parte superiore ed inferiore della parete, l'aria riscaldata penetra all'interno della stanza. In estate, invece, è possibile aprire la parte superiore del vetro per far uscire il calore in eccesso. Nel 1981 Mike Davies sviluppa l'idea di una *parete dinamica*, per la quale viene coniato il nome di "parete di vetro intelligente" che, a seconda delle necessità dell'utente, protegge dal sole o dal calore, riflettendo o lasciando entrare nell'edificio l'energia termica e che a seconda dei casi si apre o si chiude. Davies viene ispirato da alcuni esperimenti condotti negli Stati Uniti con pareti flessibili. Ad esempio quelli dell'architetto Steve Baer. Nella propria abitazione in New Mexico, l'architetto, inventore delle *zome*<sup>16</sup>, mette a punto una parete di accumulo denominata *drum wall*: una struttura metallica sostiene bidoni neri pieni d'acqua, protetti da un vetro;

<sup>16</sup> Le *zome* sono abitazioni sperimentali costruite da Steve Baer con una struttura in legno rivestita con lamiere di automobili, argilla e legno, ossia materiali recuperati in loco, e raggruppate a formare un villaggio. Esse sono poi dotate di sistemi solari passivi: serre, sistemi ad accumulo in pietra, collettori ad aria, tutti costruiti con materiali di scarto.



**Torri dell'Etiopia, Ina-assicurazioni\_Mario Ridolfi (1948-1954 )**

Nelle torri dell'Etiopia è abolita la gerarchia tra elementi strutturali e di finiture: il pilastro, la trave, la veletta dell'avvolgibile, il parapetto in ceramica, la soglia, la finestra concorrono tutti a disegnare la facciata (fonte: De Seta C.,Architetti italiani del novecento, Electa)



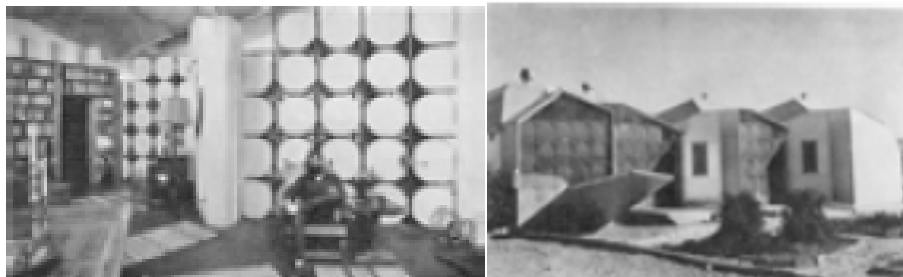
**Condominio in via Quadronno\_  
Angelo Mangiarotti,  
Bruno Morassutti (1956-1960)**

La peculiarità principale dell'edificio è data dal progetto dell'involucro: su una struttura tradizionale di solette in cemento armato rette da pilastri arretrati rispetto al filo esterno, è stato concepito un sistema completamente flessibile, che ha generato la possibilità di personalizzare la distribuzione interna e di scegliere tre diverse soluzioni per l'involucro esterno, avvicinando pannelli ciechi in legno, serramenti o loggiati metallici. (fonte:[http://fondazione.ordinearchitetti.mi.it/files/2009-02-02-18-14-01-mangiarottimorassutti\\_aff.pdf](http://fondazione.ordinearchitetti.mi.it/files/2009-02-02-18-14-01-mangiarottimorassutti_aff.pdf))





un pannello isolante-riflettente aumenta il guadagno energetico e chiude il sistema di notte. Sebbene i singoli elementi siano poco complicati, addirittura primitivi, la loro combinazione produce risultati straordinari<sup>17</sup>. Con l'aiuto delle più moderne tecnologie, Davies perfeziona il principio e propone l'impiego di vetri a cristalli liquidi, di raggi laser oppure ologrammi, di celle solari delle capsule spaziali o di vetri fotocromici. La differenza tra opaco e trasparente viene eliminata potendo il vetro assumere entrambe le configurazioni<sup>18</sup>.



*Drumwall, Corrales House I - Albuquerque 1972 di Steve Baer – Zomeworks Corporation;  
(fonte: [www.arch.unige.it/did/11/paesaggio/primo0405/.../02a.pdf](http://www.arch.unige.it/did/11/paesaggio/primo0405/.../02a.pdf))*

Un progetto di parete vetrata dinamica è stato messo a punto dalla Coopsette per un edificio costruito a Luino (Varese, progettisti Cattivelli e Costantini): *"Si tratta di un sistema costruito da due componenti, captatore e finestra, funzionanti per effetto serra, come dei pannelli solari ad aria. Il componente captatore funziona come una sorta di muro di Trombe che convoglia aria calda nell'ambiente per circolazione forzata, tramite bocchette presenti sul componente stesso; funziona sia per la circolazione dell'aria invernale, interno-esterno, sia per quella estiva esterno-esterno abbinato con specifici serramenti da porre sul lato nord. Il componente finestra è costituito da un doppio infisso e funziona analogamente alla vetrata cieca; entrambi possono essere dotati di microprocessori e sonde (esterna, interna, nell'intercapedine) per il funzionamento automatico."*<sup>19</sup>

Il successo del vetro come materiale per la realizzazione dell'involucro deve molto ai progressivi miglioramenti delle sue prestazioni, ma dipende anche dai successi dei sistemi costruttivi che consentono di applicarlo alle facciate degli edifici. La principale innovazione, in questo senso, consiste nel *curtain – wall* (letteralmente muro – cortina). Si tratta di un sistema di facciata realizzato appendendo le chiusure verticali alla struttura portante dell'edificio tramite dispositivi di connessione che ad essa trasferiscono il peso dell'involucro e i carichi dinamici che lo sollecitano, in particolare il vento<sup>20</sup>. Le partiture, definite dall'intersezione degli elementi verticali con i solai,

<sup>17</sup> Cfr. AAVV, *Atlante del Vetro*, cit, pag.56

<sup>18</sup> *Ibidem*.

<sup>19</sup> Cfr. Giacchetta A., Magliocco A., *Progettazione sostenibile*, Carocci editore, Roma, 2007, pag. 214.

<sup>20</sup> Cfr. Antonini E., *op. cit.* pag.55.



*Cité des Sciences a Parigi; (fonte:architetturaeviaggi.it)*

consentono di inserire, all'interno di tali "celle", delle finestre di dimensioni molto maggiori del normale. In realtà, tali finestre perderanno presto l'aspetto di "serramento" per configurarsi come superfici in vetro sempre più estese. La scuola di Chicago, dell'ultimo scorcio del XIX secolo, aveva già definito la cifra linguistica di questa tipologia, e Mies van der Rohe è l'architetto che ne ha consacrato il successo. E' del 1951 il suo primo grattacielo sul Lake Shore Drive di Chicago: *"il suo contributo consiste nell'innalzamento estetico di questo tipo edilizio, dove tutti i punti di vista sono sottomessi all'aspetto formale."*<sup>21</sup> A partire dagli anni trenta del XX secolo, la tipologia costruttiva si attesta sul modello montanti e traversi (*stick system*). Quest'ultima si evolve verso la prefabbricazione di intere celle di facciata (*unit o panel system*) aventi altezza di interpiano. Esse, inoltre, vengono fissate le une alle altre assicurando la continuità dei montanti verticali e l'ancoraggio della facciata alla struttura portante dell'edificio. Ulteriori innovazioni si hanno negli anni settanta con l'applicazione, introdotta e sperimentata dal settore aerospaziale, di siliconi ad elevate prestazioni: con i siliconi "strutturali" la pelle vetrata si sovrappone al telaio creando un effetto di tutto vetro che accentua la frattura con i paradigmi espressivi della tradizione muraria<sup>22</sup>. Un'altra tappa dell'innovazione è l'introduzione di sistemi di sostegno puntuali, denominati rotule a quattro bracci e a testa sferica, che sostengono le vetrate.

---

<sup>21</sup> Cfr. AAVV, *Atlante del Vetro*, cit. pag. 38.

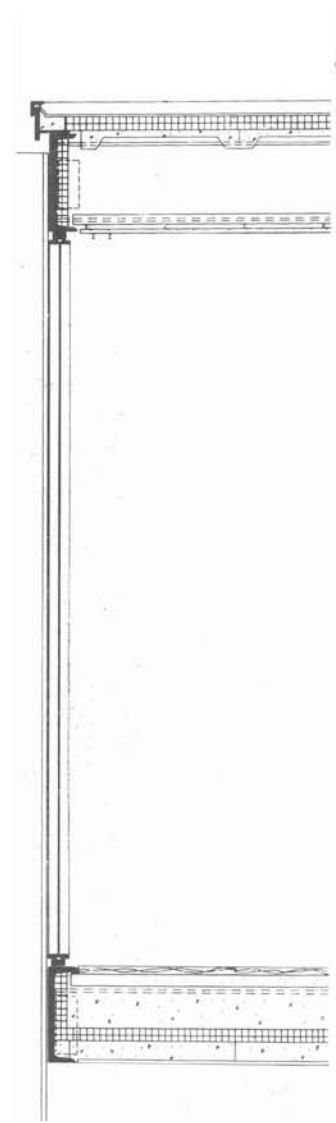
<sup>22</sup> Cfr. Antonini E., *op. cit.*, pag.55.



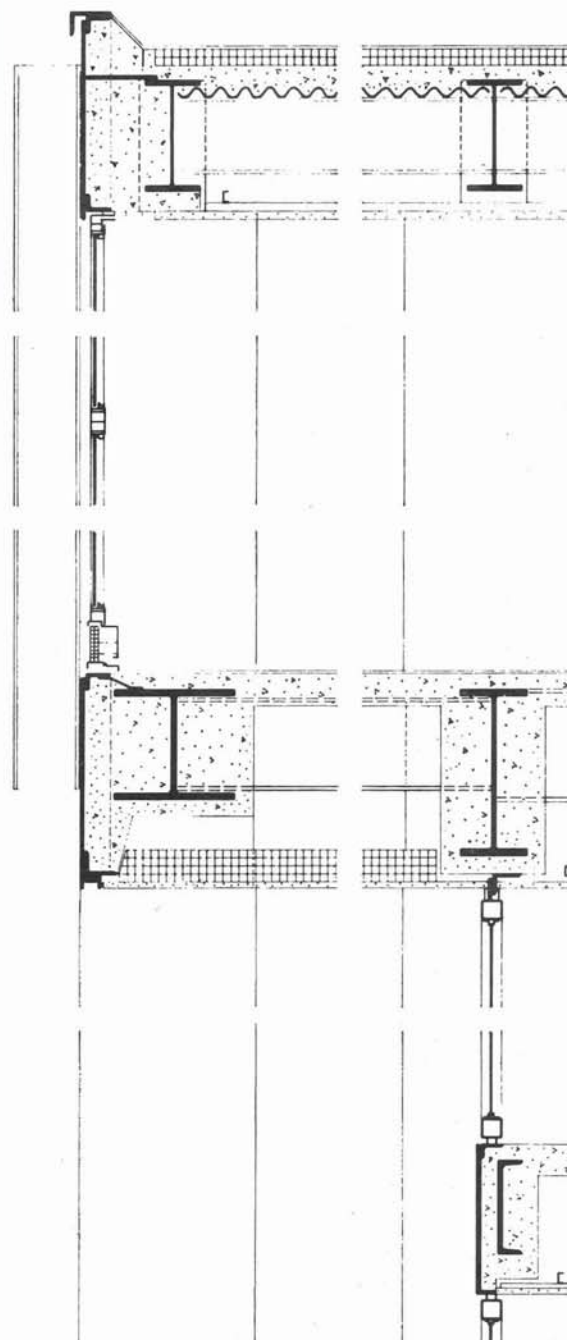


**Casa Farnsworth\_Piano, Illinois  
1950\_Mies Van Der Rohe**

L'acciaio e il vetro sono i due unici materiali di questa opera. Il vetro è fissato direttamente alla struttura: non ci sono infissi ma solo lastra di vetro a chiudere la maglie della struttura. Grandi tende assicurano la privacy. (fonte: dettaglio costruttivo, Romanelli, Scapaccino, *Dalla finestra al curtain-wall, cit.*;) )







**860 Lake Shore Drive Apartments\_Chicago\_  
Mies Van Der Rohe (1951)**

I materiali utilizzati sono quattro:

- acciaio e cemento per la struttura;
- alluminio e vetro per le chiusure verticali;

Si è passati dal binomio vetro-acciaio, della casa Farnsworth, al trinomio struttura-infisso-elementi di raccordo.

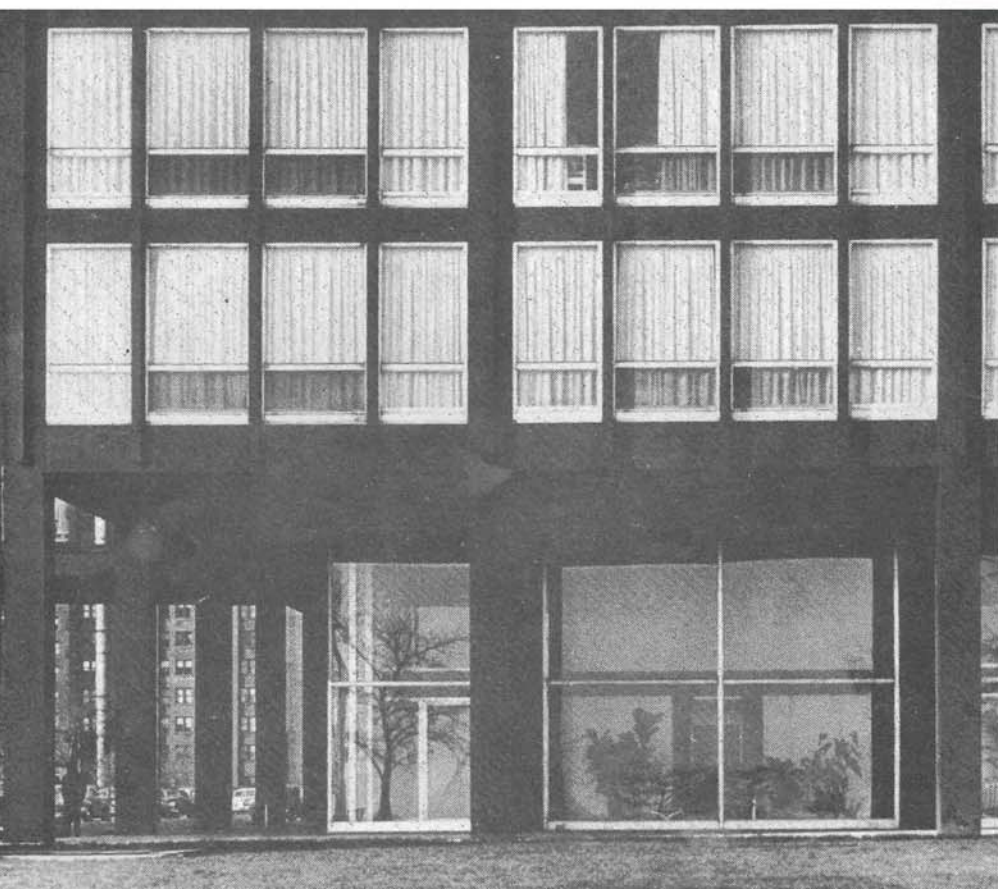
*"Il concetto ossa-pelle (...) ha ora bisogno di costruirsi un suo modo di esistere tecnologico per concentrarsi a livello di grattacielo" Cfr. Romanelli, Scapaccino, op.cit., pag. 164.*

In quest'opera l'acciaio ha due funzioni: la prima strutturale, la seconda decorativa.

Nel primo caso esso non è a vista, ma arretrato rispetto alla facciata e ricoperto dal cemento. Nel secondo caso, l'acciaio è all'esterno e scandisce il ritmo della facciata. Inoltre, le quattro

finestre, contenute tra i due pilastri a vista, non hanno le stesse dimensioni.

(fonte: Romanelli, Scapaccino, op.cit.)







fonte: Mariella Mosca

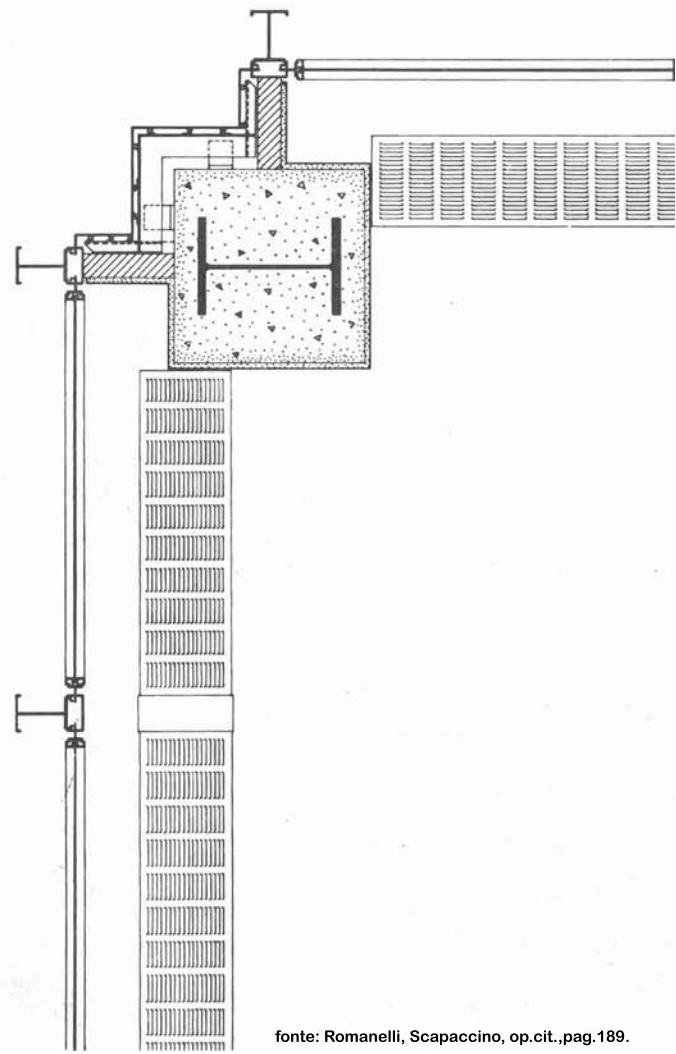
### **Seagram Building\_New York (1954-1958) Mies Van Der Rohe**

I materiali utilizzati sono quattro:

- acciaio e cemento per la struttura;
- vetro e bronzo per le chiusure verticali.

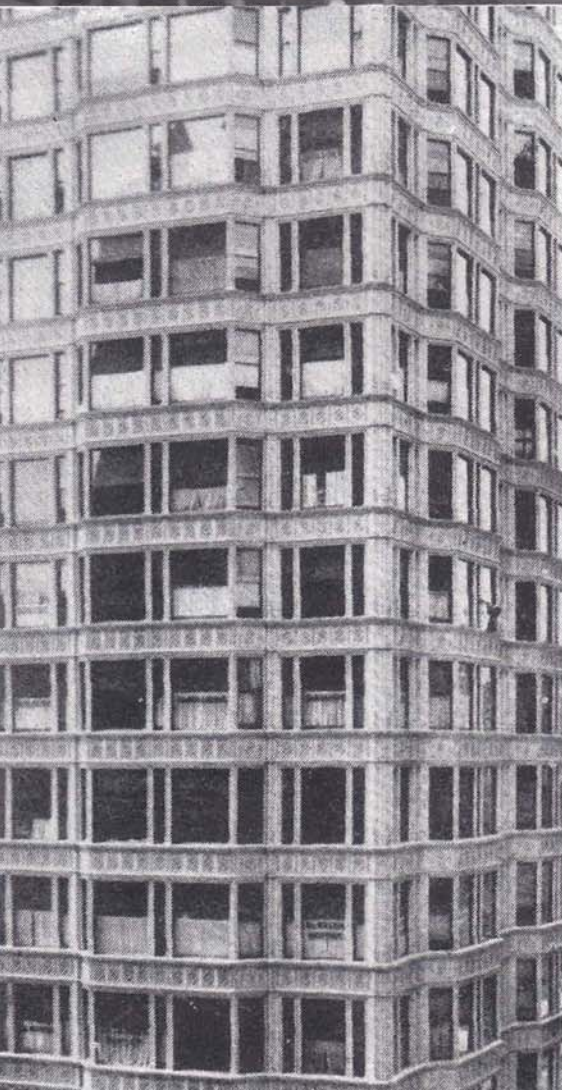
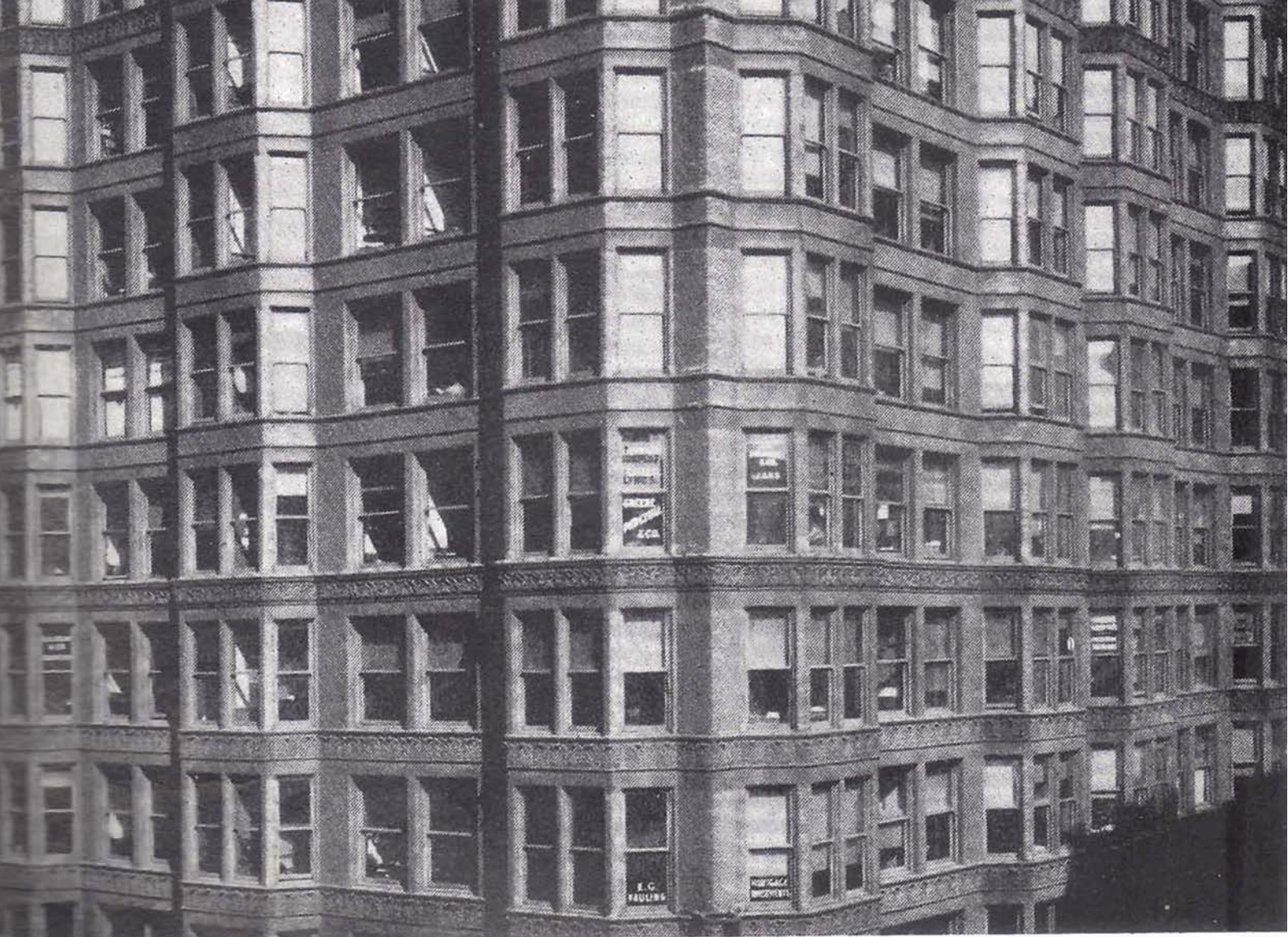
In quest'opera si evolve il concetto di curtain-wall: l'acciaio ha, infatti, solo una funzione strutturale ed è coperto dal cemento.

A vista resta soltanto l'infisso che di conseguenza è più chiaramente e costruttivamente, curtain-wall. Il prospetto, però, non è costituito dal vetro ad altezza di interpiano. Infatti, per nascondere i mobili con i condizionatori, il vetro è sostituito da fasce orizzontali di bronzo. Esse rappresentano un'anticipazione del ruolo svolto dal vetro opaco.



fonte: Romanelli, Scapaccino, op.cit., pag.189.





**Tacoma Building di William Holabird e Martin Roche (1881)**

Precursore del curtain - wall, uno dei migliori esempi della Scuola di Chicago.

La sua facciata è una sequenza di finestre a saliscendi di dimensioni tutte uguali, mosse e increspate solo dalle onde dei bow-window.

(fonte: Romanelli, Scapaccino, *Dalla finestra al curtain wall*, ricerche sulle tecnologie del discontinuo, Officina, Roma, 1979)

**Reliance Building di Daniel Burnham (1884)**

Capolavoro della Scuola di Chicago, con esso si definisce la famosa "finestra di Chicago": un infisso tripartito con la parte centrale più ampia e fissa, a cui è affidata la funzione di catturare la luce, e le due parti laterali, di dimensioni ridotte, apribili per il ricambio d'aria, con apertura a saliscendi.

(fonte: Romanelli, Scapaccino, op.cit.)





MVRDV\_edificio ad Amsterdam; (fonte:scophy.com)

La vera innovazione, sperimentata da Peter Rice nel 1986 per le serre della *Cité de Sciences* a Parigi, consiste, tuttavia, non tanto nel dispositivo di fissaggio, quanto nella funzione strutturale assunta dal vetro. Quest'ultimo è appeso a tali supporti e stabilizzato da una retrostante maglia di cavi metallici, quasi invisibili nel prospetto, cui il vetro trasmette le sollecitazioni dovute al vento, tramite puntoni ancorati al centro delle rotule.<sup>23</sup>

Si è giunti alla conferma di quanto sosteneva Walter Benjamin *“L'avvenire si presenta sotto forma della trasparenza”*. Inoltre, rispetto a questo traguardo raggiunto dalla tecnica, si è andato delineando, come si è visto, un altro compito per le superfici vetrate per cui, come nota Baldassini, *“esiste un'implicita richiesta per la trasparenza data dalla sua naturale spettacolarità. Ma governata grazie all'analisi termica e fluidodinamica, ha anche una valenza ecologica.”*<sup>24</sup>

La tendenza attuale, infatti, va verso la costruzione di un'edilizia sempre più energeticamente efficiente, in cui il corretto orientamento dell'edificio e l'incremento dell'isolamento termico riducono il ricorso alle fonti tradizionali e consentono di massimizzare lo sfruttamento dell'energia solare. L'involucro è diventato l'elemento tecnologico dominante nell'edificio, perché gestisce le complesse relazioni tra interno ed esterno ed agisce nell'ottica della riduzione dei consumi. I sistemi di involucro sono stati interessati, negli ultimi anni, da

---

<sup>23</sup> Già Foster nel 1982 per il Renault centre di Swindon e dieci anni prima nell'edificio per uffici Willis Faber Dumas a Ipswich, aveva sperimentato il sistema del fissaggio tramite un dispositivo metallico passante. Ibidem.

<sup>24</sup> Ivi, pag.56.



una notevole evoluzione, sia per la comparsa di nuovi componenti e tecniche di fabbricazione, sia per una maggiore attenzione ai temi della sostenibilità, dell'efficienza energetica e del comfort degli utenti. Questa evoluzione ha coinvolto tutte le strutture perimetrali dalla finestra alle facciate continue.

Alla fine di questo breve excursus storico, ciò che emerge in maniera più evidente è il ruolo delle superfici vetrate come elemento connotante dell'architettura: dalla tensione legata al verticalismo delle vetrate gotiche, al ritmo classico delle facciate rinascimentali, fino alle policromie della "pelle" esterna delle architetture contemporanea.

*"Gli elementi che legano linguaggio e architettura sono prevalentemente elementi "semantici" -infissi, sistemi di oscuramento, coperture, ecc.- che definiscono il panorama di città e un dato carattere di individualità dell'edificio"<sup>25</sup>.*

Sono molti gli esempi di architettura in cui all'involucro è affidato tutta la contemporaneità del linguaggio e della poetica degli autori. Tra questi casi risultano vincenti quelli che coniugano "il messaggio" con la finalità energetica. Si pensi agli edifici di Thomas Herzog, di Herzog e De Meuron, di Mario Cucinella, di MRDV, di Steven Holl, di Renzo Piano, solo per fare qualche nome.

Naturalmente non è difficile citare esempi all'interno della architettura cosiddetta monumentale: la sfida della sostenibilità e della riqualificazione dell'esistente è applicare questi principi ad una scala più ampia, affinché siano assorbiti anche nelle opere di edilizia diffusa.

---

<sup>25</sup> Cfr. Cucinella M., "La progettazione integrata degli edifici", in Losasso M. (a cura di), *Progetto e Innovazione*, Clean Edizioni, Napoli, 2005, pag.59.



MVRDV\_edificio ad Amsterdam; (fonte:scophy.com)

## 1.2 Il progetto del serramento nell'edificio: tipo, forma, dimensioni, posizione e orientamento

L'ottimizzazione energetica delle finestre dipende, in primo luogo, da una progettazione integrata di questo componente all'interno del sistema - edificio. La dimensione, la posizione, l'orientamento, la forma incidono fortemente sulla relazione che la finestra instaura con il campo di forze ambientali esterne. A tale scopo, di seguito, si illustreranno alcuni aspetti del progetto della finestra che incidono radicalmente sulle sue caratteristiche prestazionali:

- Tipo
- Forma
- Dimensioni
- Posizione
- Orientamento<sup>26</sup>

### *Tipo*

I fattori secondo i quali la finestra può essere raggruppata in tipi sono i seguenti:

- *ingresso della luce naturale;*
- *vista verso l'esterno;*
- *ventilazione naturale.*

Secondo questi fattori, e considerando le loro più proficue combinazioni dal punto di vista bioclimatico, le finestre possono essere distinte in:

---

<sup>26</sup> Cfr. Tucci F., *op.cit.*, pag.83.



- *finestre per il solo ingresso di luce naturale;*
- *finestre per sola ventilazione naturale;*
- *finestra per luce naturale e vista verso l'esterno;*
- *finestre per luce naturale e ventilazione naturale;*
- *finestre per luce naturale, ventilazione naturale e vista esterna.*

Se la funzione che prevale è "illuminare" conviene porre la finestra nella parte più alta della parete e dimensionarla opportunamente. Se si vuole favorire la ventilazione, la finestra dovrà stare in una giusta posizione del muro. Per agevolare la visione verso l'esterno, bisogna controllare sia la posizione che la dimensione.

### *Dimensioni*

Per quanto riguarda le dimensioni bisogna considerare due parametri: il "fattore finestra", che condiziona la quantità e la distribuzione della luce e "la superficie totale", che influenza soprattutto la vista e la ventilazione. In merito a quest'ultimo fattore, si può dire che l'incidenza della superficie delle finestre sulla dispersione termica aumenta all'aumentare della quota vetrata dell'involucro esterno. Quest'ultima si considera elevata quando la superficie è superiore al 30% in un edificio residenziale e al 50% in edifici con altre destinazioni. Con l'aumentare dell'altezza della vetrata aumenta la quantità di aria fredda discendente lungo il vetro con formazione di correnti d'aria. A Sud, una quota di superficie di vetro tale da non comportare eccessivo surriscaldamento estivo deve essere contenuta entro il 50%. Mentre, per le finestre esposte ad est e ad ovest, che incidono sul surriscaldamento estivo, una quota di vetro con valori superiori al 30% può essere già problematica<sup>27</sup>.

### *Fattore Finestra*

E' il rapporto tra la superficie totale delle finestre e lo spazio interno. Esso fornisce la misura dell'illuminazione di un ambiente. Il fattore finestra può avere: valori molto bassi, con un minimo di 1%; valori bassi tra l'1-4%; valori intermedi tra il 4-10%; valori alti tra il 10-25%; valori molto alti >25%. Fattori finestra bassi indicano una scarsa luminosità interna, mentre fattori finestra molto alti, provocano problemi termici e di abbagliamento. Un'unica finestra di grandi dimensioni può avere lo stesso fattore finestra di molte di piccole dimensioni, ma quello che cambia è la distribuzione della luce, la ventilazione e la visuale. Finestre disposte in più punti di un ambiente migliorano notevolmente la circolazione d'aria interna. La superficie della finestra

---

<sup>27</sup> Cfr. AAVV; *Atlante della Sostenibilità*, cit, pag.97.



ISSHO\_ Japan; (fonte:scophy.com)

influenza, dunque, la possibilità di visione e la ventilazione. Da questo punto di vista si possono individuare tre tipi di finestre:

- *piccola: inferiore a 0,5 mq;*
- *media: tra 0,5 e 2 mq;*
- *grande: superiore a 2 mq.*

#### *Forma*

Le finestre possono avere forme molto diverse tra loro ed è evidente che questo parametro condiziona fortemente la visione, la ventilazione e l'illuminamento. Approssimando si può provare a definire il rapporto tra altezza e larghezza della finestra classificandola in :

- *Finestra orizzontale o a nastro;* consente una buona illuminazione diffusa, un'ottima vista panoramica, un buon livello di illuminamento senza eccessive variazioni nel corso della giornata.
- *Finestra verticale;* consente una migliore ventilazione interna, una variazione luminosa maggiore al variare delle ore del giorno; la visione esterna è tagliata in verticale ma con una migliore profondità di campo.

#### *Posizione*

La posizione della finestra dipende dalla sua ubicazione rispetto alla parete.

- *Finestra alta;*
- *Finestra intermedia;*
- *Finestra bassa;*

Se posta nella parte più alta dell'ambiente la finestra ha dei notevoli vantaggi per la ventilazione, dato l'andamento dei moti convettivi, anche la profondità di penetrazione della luce è maggiore, come pure la sua distribuzione nella stanza, mentre è svantaggiata la visione che è migliore se l'altezza è intermedia. Rispetto al muro la finestra può essere centrale, laterale o a nastro.

#### *Orientamento*

L'orientamento è un fattore che condiziona fortemente la resa di una finestra per la captazione della energia solare sotto forma di luce e calore. I fattori da considerare nella scelta della posizione sono: 1\_ i dati climatici, dipendenti dal sito geografico; 2\_la vicinanza con altri edifici; 3\_la presenza della vegetazione; 4\_il percorso del sole.



In generale, le finestre posizionate a sud hanno livelli luminosi alti e illuminazione variabile; forte guadagno di calore in inverno e contenuto in estate. In questa stagione, infatti, la posizione del sole è più alta rispetto all'orizzonte per cui, per controllare l'irraggiamento diretto del sole sulla facciata è sufficiente uno schermo orizzontale esterno (sia fisso sia mobile con le lame orientate sub-orizzontalmente). Nel caso in cui lo schermo sia posto all'interno è sufficiente l'utilizzo di una tenda oppure di uno schermo con lame orizzontali ad inclinazione variabile. Schermi mobili possono garantire il passaggio di luce diffusa (inclinazione delle lame orizzontali con angolo inferiore a  $45^\circ$ ), dirigendo gran parte del flusso diffuso verso il soffitto, riducendo i fenomeni d'abbagliamento ed aumentando l'illuminazione utile sul piano di lavoro. L'inclinazione dello schermo può favorire anche il riflesso verso l'interno della componente di radiazione diffusa proveniente dal terreno. Per le finestre ad est si hanno livelli di illuminazione alti di mattina, guadagno energetico alto in estate e basso in inverno, per cui c'è la necessità di dotarle di schermi dinamici.

Per quelle ad ovest si hanno livelli alti di illuminazione il pomeriggio, guadagno energetico alto in estate e basso in inverno, ed anch'esse necessitano di schermi dinamici.

In questi due casi, infatti, è consigliabile adottare schermi, esterni o interni, con lame orizzontali inclinate tra i  $45^\circ$  ed i  $60^\circ$  oppure con lame verticali inclinate di circa  $45^\circ$  verso nord, in modo tale che la radiazione diretta incida con un angolo limite di  $90^\circ$ , consentendo l'entrata diretta della luce proveniente dal cielo e diffondendo, mediante doppia riflessione, l'irraggiamento diretto del sole<sup>28</sup>.

Per le finestre a nord si hanno livelli luminosi bassi; un'illuminazione costante e continua durante tutto l'arco del giorno, scarso guadagno di energia, scarsa incidenza sul bilancio termico estivo ma alta incidenza sulle dispersioni termiche invernali. Pertanto, in climi freddi è consigliabile ridurre le dimensioni delle finestre a nord.

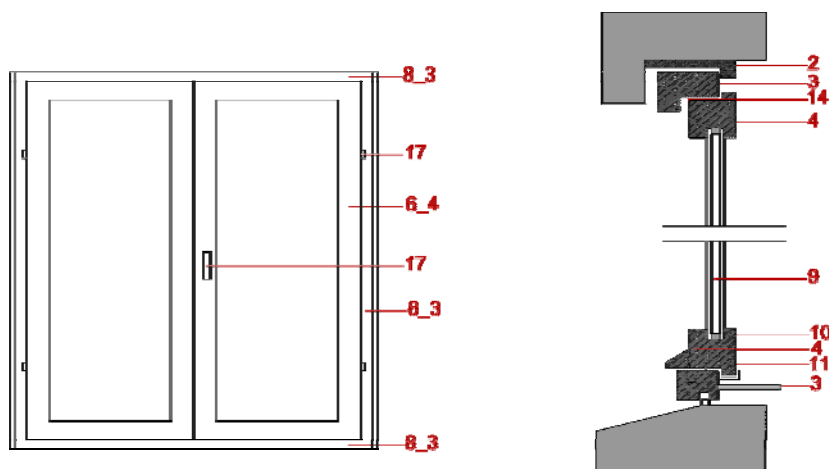
---

<sup>28</sup> "Energia e serramenti: gli apporti solari", in *Quadra, periodico di cultura tecnica e scientifica del serramento*, UNCASAAL, Milano, 4, 1998.

## 1.2 Il progetto del serramento nell'edificio: tipo, forma, dimensioni, posizione e orientamento

Gli elementi costitutivi di un serramento da un punto di vista tecnico-costruttivo sono:

- 1 **Controtelaio** a murare o falso telaio fisso (o telaio di servizio), l'insieme dei profili che facilitano il montaggio del telaio fisso alla facciata correggendo le irregolarità del vano murario.
- 2 **Controtelaio fisso**, l'insieme dei profili fissi della finestra o del serramento che sono in contatto con il controtelaio a murare.
- 3 **Telaio fisso**, l'insieme dei profili, senza il tamponamento, che costituiscono le parti fisse che si inseriscono nel controtelaio fisso. Ad esso si collega il telaio mobile e contro di esso avviene la battuta delle ante.
- 4 **Telaio mobile**, l'insieme dei profili che costituiscono l'anta ovvero la parte apribile del serramento. Il telaio può avere una o più ante ed è collegato al telaio fisso in base al tipo di apertura prevista.
- 5 **Subcomponenti** del telaio fisso e dell'anta
- 6 **Montanti**, elementi verticali della finestra (Zaffagnini, 1981).
- 7 **Montante di battuta**, è il montante di un'anta che può essere applicato sia sul controtelaio o sul telaio fisso sia sul montante corrispondente del battente adiacente.
- 8 **Traversa**, elemento orizzontale della finestra o di parte della finestra (Zaffagnini, 1981). Si distingue in traversa superiore, intermedia e inferiore.
- 9 **Tamponamento**, elemento di vetro o altro materiale racchiuso e sostenuto dal telaio mobile.
- 10 **Fermavetro**, elemento di fissaggio del vetro al telaio mobile.
- 11 **Gocciolatoio**, profilo applicato sulla traversa inferiore dell'anta allo scopo di impedire infiltrazioni di acqua.
- 12 **Profilo raccoglicondensa**, elemento orizzontale atto a raccogliere l'acqua di condensa.
- 13 **Controdavanzale**, elemento orizzontale posizionato all'interno in corrispondenza della traversa inferiore.
- 14 **Giunto apribile**: insieme delle facce e delle battute tra ante e telaio fisso, delle guarnizioni e dello spazio tra essi racchiuso;
- 15 **Giunto fisso**: insieme delle facce e dei profili che si confrontano tra controtelaio e telaio fisso;
- 16 **Giunto di tenuta**, è il giunto tra le parti mobili e le parti fisse del serramento; deve essere munito di una guarnizione di tenuta all'acqua e all'aria.
- 17 **Dispositivi per l'apertura e il bloccaggio**, si tratta di vincoli, bloccaggi, maniglie, fermi, cerniere, ossia tutti quei dispositivi metallici che servono a consentire i vari movimenti del serramento.
- 18 **Dispositivi accessori**, elementi complementari con la funzione di oscuramento, sicurezza e controllo termico.
- 19 **Cassonetto**, alloggiamento degli avvolgibili o veneziane





## 1.3 Le tipologie di apertura dei serramenti

Una classificazione dei serramenti può essere fatta anche per tipologie di aperture. In questo lavoro di tesi, lo studio del serramento è finalizzato alla definizione del suo comportamento energetico, per cui, la descrizione delle diverse tipologie di apertura è stata fatta in funzione del tipo di ventilazione consentita<sup>29</sup>.



*Schemi delle principali tipologie di apertura*

### *Apertura a battente singolo o doppio*

È l'apertura più diffusa in Italia, in cui l'anta o le ante sono incernierate al telaio su uno dei lati verticali e si aprono verso l'interno. Il vantaggio di questa apertura è la possibilità di aprire completamente la finestra, in modo da ottenere una maggiore aerazione. La necessità di gestire in maniera differente l'apertura a seconda delle stagioni e della spinta del vento penalizza questo sistema a meno che non sia dotato di un dispositivo di fissaggio delle posizioni intermedie. Correnti d'aria e colpi di vento possono dar luogo ad una accidentale rottura delle lastre di vetro.



*Il Cabannon\_Cape-Martin\_Le Corbusier (1951-1952);(fonte:promo legno.it)  
Esempio di apertura a battente*

<sup>29</sup> In relazione alla classe di esigenza della gestione la norma UNI 8290 introduce la classe di requisiti *dell'economia*. Essa riguarda alcune operazioni di controllo da parte dell'utente per minimizzare gli sprechi e ridurre i costi di gestione. Infatti, in questa classe di esigenza confluiscono sia i requisiti di *controllabilità* quali efficienza dell'elemento tecnico; dell'affidabilità; della recuperabilità, che requisiti relativi *all'economicità di gestione*. Quest'ultimi riguardano il contenimento delle dispersioni energetiche per trasmissione e rinnovo d'aria; il controllo dei consumi di energia e il contenimento dei costi di gestione. Cfr. Caterina G., *Il recupero gli infissi*, Utet, 1995, pag. 189.

DURATA MEDIA DI UN RICAMBIO COMPLETO D'ARIA		
INVERNO	ESTATE	PRIMAVERA/AUTUNNO
4-6 min	25-30 min	8-15 min

#### *Apertura a ribalta o a vasistas*

L'apertura a ribalta è caratterizzata dalla cerniera di apertura sul lato orizzontale. L'apertura viene denominata a *visiera* se l'anta è incernierata alla traversa superiore del telaio fisso ed è bloccata da un braccio collocato sul bordo inferiore dell'anta. Si dice a *vasistas* quando l'anta è incernierata alla traversa inferiore con apertura verso l'alto. In entrambi i casi, l'apertura risulterà obliqua e permetterà l'aerazione dei locali. La funzione principale dell'anta a ribalta è legata proprio alla ventilazione: posizionata, normalmente, nella parte alta della parete

consente il ricambio dell'aria per effetto del tiraggio naturale, sfruttando il vento o per tiraggio termico, sfruttando le differenze di temperatura. Al fine di ottimizzare l'integrazione dei moti convettivi dell'aria, stagionalmente differenziati, si possono utilizzare finestre con aperture a vasistas sia nella parte bassa che in quella alta della finestra. Esistono in commercio, come si è detto, serramenti che impiegano una particolare ferramenta che consente di ridurre meccanicamente l'apertura a ribalta da una posizione ampia ad una ridotta. In questo modo è possibile controllare l'aerazione tramite la maniglia e regolarla a seconda della stagione.

L'apertura a ribalta può essere disponibile, in alcuni modelli di finestre, combinata con l'apertura a battente. In questi casi l'apertura si definisce a *vasanta*, *oscillo-battente* o *antaribalta*.

Quest'ultima è molto diffusa e apprezzata nell'Europa centrale, dove viene comunemente denominata "dreh-kipp". Essa consente un duplice utilizzo: il vano finestra completamente aperto, quando si fanno le pulizie esterne dei vetri e quando si desidera una ventilazione rapida dei locali, completamente chiuso oppure semichiuso in tutti gli altri casi.

In presenza di leggera brezza, la posizione inclinata del tamponamento vetrato consente di convogliare verso l'alto l'aria entrante, che in questo modo non arreca disturbo, e di fare uscire sui fianchi in basso l'aria viziata interna.



*Apertura a vasistas ;prodotto da Velux per il prototipo Atika; (fonte: Mosca Mariella, arc. fot.)*



DURATA MEDIA DI UN RICAMBIO COMPLETO D'ARIA		
INVERNO	ESTATE	PRIMAVERA/AUTUNNO
30-75 min	3-5 min	1-3 min

### *Apertura a bilico*

Anche con questo tipo di apertura la finestra aperta risulta in posizione obliqua; l'unica differenza è che non si apre sul lato orizzontale, ma gira su un perno posto al centro del telaio, ruotando sul suo asse orizzontale oppure verticale. Tale apertura è di solito utilizzata nei lucernari dei sottotetti e nelle abitazioni quando esistono facciate continue a vetro. Il perno centrale deve essere dotato di un fermo, per evitare il ribaltamento completo dell'anta.

Il *bilico verticale* consente una buona ventilazione che sfrutta valori differenziali di pressioni sulla facciate e nel vano creando un movimento d'aria attorno all'anta aperta. Questa apertura, che può variare da 1/3 ai 2/3 della dimensione dell'anta, presenta alcuni svantaggi legati alla difficoltà di attrezzare il vano con sistemi di regolazione e di fissaggio per aperture parziali oltre alla difficoltà di integrare schermi solari interni e/o esterni.

Il *bilico orizzontale* permette una ventilazione che consente la fuoriuscita di aria dalla parte superiore degli ambienti abitati e contemporaneamente l'ingresso in corrispondenza della zona inferiore



*Apertura a bilico orizzontale ;prodotto da Velux per il prototipo Atika ; (fonte: Mosca Mariella,arc. fot.)*

#### *Apertura a saliscendi o scorrevole verticale*

Detta anche a *ghigliottina* o *traslante*, permette l'apertura del 50% della luce<sup>30</sup> del vano finestra, attraverso lo scorrimento verticale di un'anta sull'altra. L'apertura a saliscendi permette di risparmiare molto spazio, ma è scomoda per le operazioni di pulizia: tuttavia alcuni modelli consentono lo sganciamento dell'anta fissa. Questa soluzione è molto valida nelle abitazioni, ad esempio nel caso di finestre installate sopra il lavello della cucina. La regolazione continua della ventilazione la rende molto efficace. L'apertura è infatti in equilibrio in ogni posizione, da quella massima alla chiusura totale, ed inoltre è possibile aprire la luce in alto e in basso facilitando la ventilazione per tiraggio naturale e/o termico.

#### *Apertura a scorrevole orizzontale*

Il movimento di apertura avviene per traslazione orizzontale delle ante. La luce libera per la ventilazione si riduce al 50% o ad un terzo della luce del vano finestra, ma ciò non comporta un problema in quanto questo sistema è utilizzato per risolvere luci di notevoli dimensioni e/o per portefinestre. L'apertura totale del vano finestra si può avere per modelli di scorrevole a scomparsa; in questo caso esiste una fessura nel muro che ospita l'anta che scorre sul binario, la quale scompare totalmente alla vista una volta aperta. Inoltre l'apertura è regolabile in ogni posizione e consente di sfruttare differenziali di pressione provenienti da eventuali loggiati esterni e interessare con movimento d'aria tutta l'ampiezza degli ambienti interni.

#### *Apertura a libro*

È un tipo di apertura utilizzato soprattutto nelle porte-finestre o nelle finestre di grandi dimensioni, poiché permette anch'esso di risparmiare spazio quando la finestra viene aperta. È composta da due o più telai che si dispongono all'apertura gli uni sugli altri, per scorrimento dei loro assi di rotazione posti nel mezzo e sul montante di sponda.

In conclusione, dal punto di vista della ventilazione, possono risultare molto convenienti sistemi di apertura misti che consentono di variare gli assetti a seconda delle condizioni ambientali e del tipo di ricambio necessario.

Il sistema oscillo-battente o vasanta, come si è detto, è quello più diffuso. Esso sfrutta il vantaggio dell'apertura a vasistas e di quella a battente.

La combinazione dell'apertura a vasistas con quella scorrevole orizzontale è un'altra possibilità diffusa sul mercato che associa i vantaggi dello scorrevole con quelli del vasistas.

---

<sup>30</sup> La luce è la dimensione netta del vano dotato di incorniciatura.



### 1.4 I tipi di telaio: prestazioni energetiche, proprietà e profilo ambientale dei diversi materiali

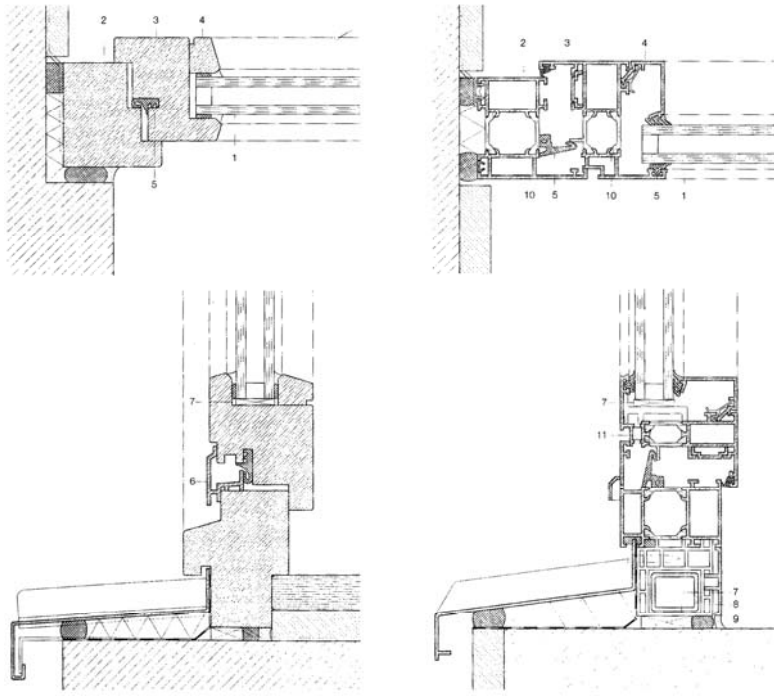
I serramenti possono essere classificati in base a diversi parametri tra cui il tipo di materiale dei telai. Quest'ultimo fattore incide fortemente nelle valutazioni delle prestazioni energetiche dell'infilso a causa delle proprietà specifiche di ciascun materiale. Inoltre, sul piano del profilo ambientale esistono, tra i vari materiali, diversità considerevoli in termini di energia incorporata (cioè quella energia necessaria alla estrazione, produzione, lavorazione e trasporto del prodotto) e di scenari di fine vita. Essa, a sua volta, incide in maniera determinante sui costi ambientali, per cui dovrà essere necessariamente inclusa tra i fattori che condizionano i tecnici nella scelta del serramento più appropriato al caso di progetto. Pertanto, la valutazione delle performance energetiche ed ambientali dell'edificio dovrebbe essere svolta su tutto il ciclo di vita per non incorrere nell'errore contrario per cui, l'energia necessaria a produrre gli edifici a risparmio energetico diventa maggiore di quella impiegata durante la fase di uso.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> La filosofia dell'iperisolamento ha condotto a realizzazioni di abitazioni a consumo zero, con l'esibizione di elevate prestazioni energetiche che ne aumentano notevolmente il valore sul mercato. Si registra di contro la necessità di controllare la quantità di energia incorporata (*embodied energy*) e le emissioni di CO<sub>2</sub> incorporate (*embodied carbon*) dai materiali in tutte le fasi del ciclo di vita (estrazione di risorse, trasporti, produzione e lavorazione). La tendenza a raggiungere prestazioni energetiche molto elevate può portare ad abbattere moltissimo la quantità di energia nella fase di uso a fronte di una quantità di energia per costruirli anche doppia.

Nelle abitazioni energivore l'energia consumata in 50 anni di vita utile è pari a 10 volte quella assorbita in fase di costruzione mentre in quelle ad alta efficienza energetica tali consumi sono equiparati e talvolta l'energia richiesta per la costruzione è doppia rispetto a quella consumata in fase d'uso. Cfr. Campioli A., Giuridanella V., Lavagna M., "Energia per costruire, energia per abitare", in *Costruire in Laterizio*, 2010.

## 1.5 Le tipologie di schermi solari



*Telaio in legno e telaio in alluminio; (fonte: AAVV, Atlante del Vetro, cit., pag. 164)*

1\_vetrocamera; 2\_Telaio fisso; 3\_Telaio mobile; 4\_Fermavetro; 5\_Guarnizione;  
6\_Gocciolatoio; 7\_Tassello; 8\_Bandella anteriore; 9\_Giunto elastico;  
10\_Taglio termico; 11\_Apertura di drenaggio; 12\_Grondaia di scarico; 13\_Fissaggio.

Di seguito, pertanto, nel descrivere i diversi materiali con cui è possibile fabbricare i telai si metteranno a confronto alcuni dati riguardanti le proprietà del materiale stesso (distinte per vantaggi e limiti); le prestazioni energetiche di isolamento termico e tenuta dei telai (fornite per valori medi ricavati dai dati diffusi dal mercato); e alcune considerazioni sul profilo ambientale distinte in: approvvigionamento del materiale, energia incorporata (per la quale sono riportati dati presenti in letteratura) e scenari di fine vita. I dati sono ovviamente sintetici ed inevitabilmente incompleti ma servono per avere un quadro generale, quanto più possibile ampio, in grado di orientare i progettisti nella fase di scelta del serramento di volta in volta più appropriato (cap. 5).



*Esempi di Telai in legno; (fonte: promo legno.it)*

### *Legno*

Il legno è il materiale tradizionalmente più usato per la produzione di serramenti. Esso è caratterizzato da un basso coefficiente di trasmittanza termica, da un aspetto gradevole, dall'attitudine ad essere lavorato e dal soddisfacente comportamento in esercizio del serramento. Le proprietà naturali del materiale sono: durabilità naturale, adeguata massa volumetrica, stabilità dimensionale in fase di esercizio, resistenza meccanica e rigidità, durezza superficiale del legno, tenuta della viti<sup>32</sup>. Le essenze utilizzate sono: il larice, nelle diverse specie, l'abete rosso, il pino, il castagno, il douglas, il pitch-pine, e i legni lamellari. Tra i materiali di "ultima generazione" sono stati introdotti il legno modificato con procedimenti innovativi, come il Thermoholz e il Wood-Plastic Composites. Quest'ultimo nasce dalla combinazione tra il legno e altri materiali, nelle seguenti percentuali: 50-80% legno, 50-20% polimeri (PP, PE, PVC) con l'aggiunta di additivi.

Per migliorare la durata dell'infisso ed evitare l'insorgere di deformazioni e di fenomeni quali l'imbarcamento, il legno deve essere essiccato. Inoltre, se il legno non presenta una sufficiente durabilità naturale, è indispensabile un trattamento preservante che abbia un'efficace azione contro funghi ed insetti. I profili di legno sono gli elementi caratterizzanti le parti strutturali di un infisso e, per garantire una durata nel tempo del serramento, è necessario un corretto dimensionamento dello spessore, della larghezza media e della loro lunghezza. I prodotti in legno per le case passive presentano in generale sezioni da un minimo di 70mm fino ad un massimo di 100mm, in cui si alternano strati di legno a strati di isolante. In commercio esistono infissi in legno con l'anima in sughero. Questi serramenti garantiscono una buona tenuta all'aria e all'acqua, una buona resistenza al vento, ottimi risultati nell'abbattimento del rumore esterno ed un migliore isolamento termico. In fase di dismissione del serramento però, i due elementi risultano difficilmente disassemblabili, non consentendo il recupero dei materiali impiegati.

Per garantire una migliore stabilità del serramento vengono usati anche i legni lamellari, ottenuti per incollaggio di sottili elementi uniti tra loro in modo da



*WPC (Wood-Plastic Composites); (fonte: promo legno.it)*

---

<sup>32</sup> Cfr. Di Sivo M., *op. cit.* pag. 206.





*Protezione del materiale attraverso nano-tecnologie; (fonte: promo legno.it)*

sfalsare i nodi per controbilanciare la tendenza all'imbarcamento di ciascun elemento. Essi sono prodotti in profili con sezioni rettangolari a L, a Z ed a T. Le battute possono presentare tagli netti o curvilinei e, sulla base del tipo di battuta e del profilo impiegato, i profilati possono essere del tipo a gola semplice o a dentelli. La modificazione della morfologia dei profili ha portato all'aumento del numero delle sezioni e all'aumento delle dimensioni delle ante. Si è diffuso, inoltre, un uso aggiuntivo di guarnizioni (due o tre guarnizioni) e un tipo di battuta a giunto aperto.

L'infisso in legno deve essere protetto dall'umidità e dalle radiazioni ultraviolette attraverso l'uso di vernici. Quest'ultima necessità ha prodotto le principali innovazioni nel settore delle vernici ad acqua, ecologiche per l'ambiente e non dannose per la salute degli utenti. Tra i materiali utilizzati per la protezione del legno dall'umidità si stanno diffondendo anche quelli provenienti dalle nano-tecnologie, che consentono di raggiungere prestazioni ottimizzate.

Gli infissi, realizzati con cura e precisione, conservano un'ottima tenuta nel tempo, e richiedono semplici operazioni di manutenzione, quale la verniciatura, in media ogni 5/10 anni. I risultati di uno studio condotto dall'ENEA, in collaborazione con il Consorzio Legno Legno<sup>33</sup>, dal titolo "Serramenti in Legno e Ambiente" sul ciclo di vita del serramento in legno, ha evidenziato che la fase più impattante per l'ambiente, è quella di uso. Alcune opzioni migliorative sono state analizzate con la Valutazione del Ciclo di Vita. Di seguito si presentano i risultati (inserire grafici)

### 1) Vetrocamera basso emissiva

La riduzione degli impatti ambientali derivante dal montaggio di una vetrocamera basso emissiva (coefficiente di trasmittanza termica totale del serramento 1.46 W/m<sup>2</sup>K) è tale per cui il contributo all'effetto serra e al

---

<sup>33</sup> *Serramenti in Legno e Ambiente, Come migliorare le prestazioni ambientali nel ciclo di vita dei serramenti in legno*, ENEA e Consorzio Legno Legno, (scaricabile sul sito [www.ecosmes.net](http://www.ecosmes.net)).

prelievo di energia primaria si riduce di circa 5 volte. La riduzione delle emissioni conseguente alla minor quantità di metano bruciato nelle abitazioni sopravanza infatti di gran lunga il maggior consumo energetico richiesto, nella produzione della vetrocamera, per la deposizione dello strato basso-emissivo. Anche le altre categorie di impatto ambientale si riducono sebbene in misura ridotta.

### 2) Riduzione della permeabilità all'aria

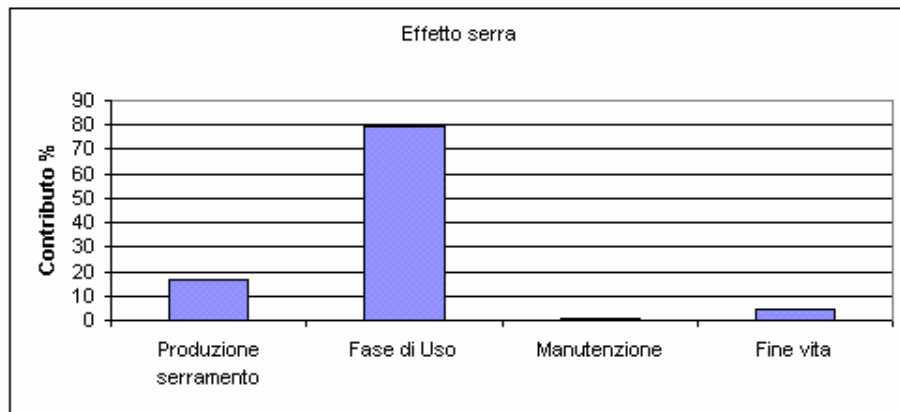
Per la permeabilità all'aria del serramento "standard" è stato assunto un valore molto basso ( $1.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ). Per valutare il peso di questo fattore, il serramento "standard" è stato confrontato con uno identico, ma con permeabilità di  $5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ , che costituisce il limite superiore di permeabilità all'aria della classe A3 (la classe migliore). L'impatto ambientale è significativamente maggiore per tutte le categorie. Nella costruzione del serramento, va quindi riservata una grande cura nel minimizzare la possibilità di infiltrazioni di aria.

### 3) Prolungamento della vita utile del serramento

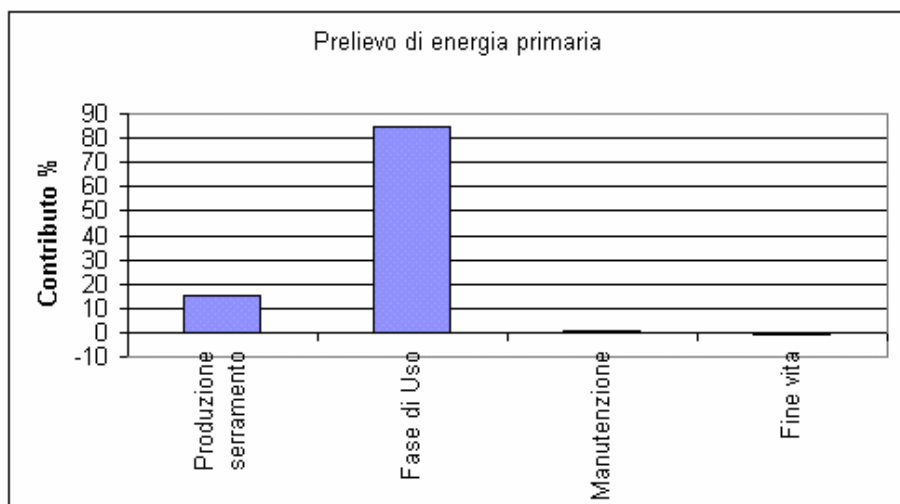
La durata di vita del serramento "standard" è stata considerata pari a 30 anni. Prolungandone la vita di 10 anni è possibile ridurre l'impatto ambientale a parità di periodo temporale di riferimento, risparmiando un terzo degli impatti dovuti alla fabbricazione del serramento e al suo fine vita. Nel caso dell'effetto serra, si ha un miglioramento complessivo del 7%.

I diagrammi riportati di seguito sono stati estratti da *Serramenti in Legno e Ambiente. Come migliorare le prestazioni ambientali nel ciclo di vita dei serramenti in legno*, ENEA e Consorzio Legno Legno, (scaricabile sul sito [www.ecosmes.net](http://www.ecosmes.net)).

## 1.5 Le tipologie di schermi solari



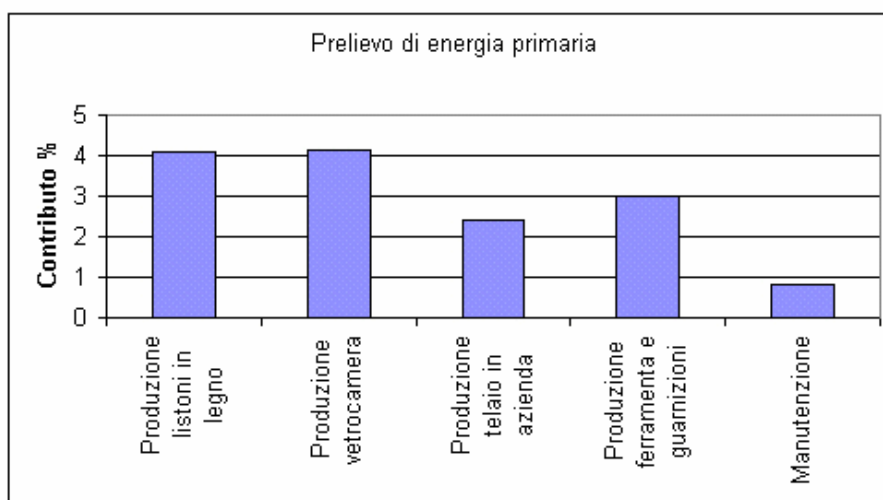
*Contributo all'effetto serra delle varie fasi del ciclo di vita del serramento in legno.*



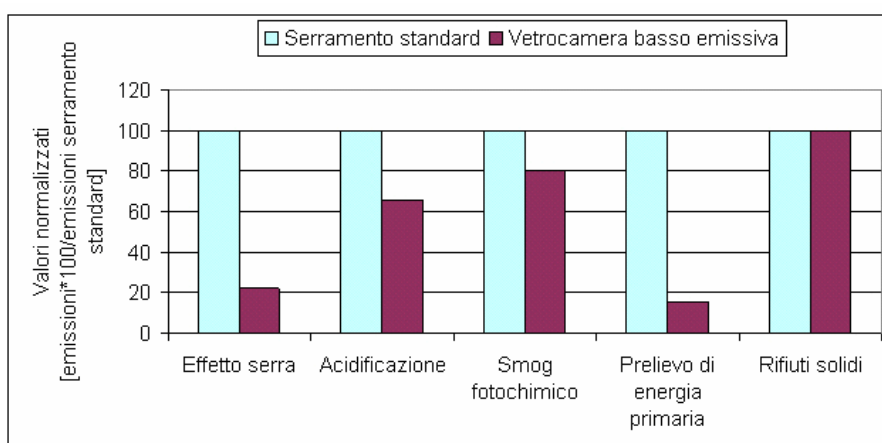
*Prelievo di energia primaria delle varie fasi del ciclo di vita del serramento in legno*



## 1. Classificazioni



*Contributo all'effetto serra delle varie fasi del ciclo di vita del serramento in legno.*



*Confronto tra un serramento standard ed uno con vetrocamera basso emissiva*

LEGNO	
PROPRIETÀ DEL MATERIALE	
VANTAGGI	LIMITI
Durabilità naturale, adeguata massa volumetrica, stabilità dimensionale, resistenza meccanica e rigidità, durezza superficiale del legno, tenuta della viti	Deformazioni; Attacco dagli agenti atmosferici; Necessità di operazioni di manutenzione ogni 5/10 anni.
PRESTAZIONI ENERGETICHE	
Larghezza media telaio	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K) (1)
Legno ( 30 mm)	2,20
Legno (50 mm)	1,90
Legno (100 mm)	1,42
Permeabilità all'aria	classe A3 (2)
Tenuta all'acqua	classe E4 (3)
Resistenza al vento	classe V3 (4)
Isolamento acustico	classe R3 (5)
PROFILO AMBIENTALE	
APPROVVIGIONAMENTO MATERIE PRIME	
Legno massello	Per garantire i minori impatti sull'ambiente bisogna utilizzare legni locali o provenienti da foreste certificate (Forestry Stewardship Council)
Legno Lamellare	In Europa si utilizza l'abete rosso.
ENERGIA INCORPORATA	
Legno massello	- MJ
Legno Lamellare	7,8 MJ
SCENARI DI FINE VITA	
Legno massello	Il legno non trattato può essere riciclato (compost; pannelli di truciolato)
Legno Lamellare	L'incollaggio impedisce la riciclabilità

(1) secondo la UNI EN 10077 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato

(2) secondo la UNI EN 1026 Finestra e porte finestre - Tenuta all'aria - Classificazione

(3) secondo la UNI EN 1027 Finestre e porte finestre - Tenuta all'acqua – Classificazione

(4) secondo la UNI EN 12211 Finestre e porte finestre - Resistenza al carico del vento - Classificazione;

(5) secondo la norma UNI 8204 vetro 10/12/5 Rw=40dB; vedi appendice apparato normativo per approfondimenti cfr. appendice apparato normativo

### Alluminio

L'alluminio utilizzato per la fabbricazione dei profili dei serramenti è costituito da leghe con silicio e magnesio, con basse percentuali di rame. Infatti, legare l'alluminio con un altro materiale significa migliorarne le caratteristiche fisiche, di finitura e di lavorazione. Altri metalli che possono formare leghe con l'alluminio sono lo zinco e il manganese. Svariate sono le combinazioni e i metodi di classificazione. Un primo criterio riguarda la natura dell'elemento aggiunto, altri si basano sul procedimento metallurgico per cui le leghe migliorano le caratteristiche meccaniche, quali incrudimento e trattamento termico. Altri ancora, infine, dividono tra leghe da fonderia e leghe da trasformazione plastica, le quali possono essere lavorate per laminazione, estrusione, fucinatura e trafilatura. Proprio queste ultime vengono utilizzate per realizzare i serramenti. Essi possono presentarsi al naturale, ossia con l'aspetto e il colore che derivano dal processo di ossidazione anodica, colorati per elettrocolorazione o verniciati con resine sintetiche. L'alluminio ha numerose proprietà quali la resistenza, la leggerezza, buone proprietà

meccaniche e buona tenuta agli agenti atmosferici<sup>34</sup>. Quest'ultima proprietà fa sì che i serramenti in alluminio abbiano una buona durabilità nel tempo con costi di gestione molto bassi e operazioni di manutenzione limitate alla sostituzione delle guarnizioni. Tuttavia l'alluminio è un buon conduttore di calore ( $\lambda=220 \text{ W/mK}$ ), proprietà che non è molto utile alla realizzazione di serramenti. Il valore della trasmittanza termica di un infisso in alluminio è di  $U_f$  di  $7/6,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Per ridurlo, i profili sono realizzati con il sistema a "taglio termico" e a "giunto aperto": ideali per garantire una migliore tenuta nei confronti delle dispersioni termiche e a risolvere il problema del ponte termico. I profilati a "taglio termico" si basano sul principio dell'interruzione della continuità del metallo attraverso l'inserimento di un opportuno materiale a bassa conducibilità termica in corrispondenza di una camera interna al profilato. Il sistema più diffuso consiste nell'iniettare una schiuma poliuretanica all'interno del profilato estruso e provvedere alla successiva asportazione meccanica di strisce dell'estruso. Il valore di trasmittanza termica scende fino a  $U_f$  di  $3 \text{ W/m}^2\text{K}$  e può essere ulteriormente ridotto a seconda delle dimensioni dei telai e delle dimensioni del taglio termico.

Relativamente alla tenuta agli agenti atmosferici la produzione attuale si avvale di infissi a "giunto aperto". Infatti la guarnizione esterna utilizzata nei serramenti normali non è sufficiente ad evitare infiltrazioni di aria ed acqua all'interno del serramento quando, ad esempio, in presenza di elevata pressione esterna il profilo dell'anta tende ad inflettersi determinando il distacco della guarnizione dal controtelaio. Nel caso di infissi "a giunto aperto" l'acqua, eventualmente penetrata all'interno, viene drenata attraverso fori di scarico grazie ad un fenomeno di equilibrio della pressione interna al profilato con quella esterna, che rende noto questo tipo di giunto anche con il nome di "giunto a compensazione di pressione".

La ricerca degli ultimi anni agisce sull'assottigliamento dei setti, per ridurre la conduttività, su una compartizione più evoluta della camera del telaio per minimizzare le dispersioni termiche e sull'aumento dello spessore del taglio termico. Inoltre si punta sull'integrazione di fermavetri isolanti e sull'interruzione dei flussi in prossimità del vetrocamera.

---

<sup>34</sup> Cfr. Maina G., Muccio C., *Conoscere i serramenti d'alluminio*, Edimet, Brescia, 1990.



ALLUMINIO	
PROPRIETÀ DEL MATERIALE	
VANTAGGI	LIMITI
Resistenza; Leggerezza; Proprietà meccaniche; Buona tenuta agli agenti atmosferici; Durabilità; Bassi costi di manutenzione; Possibilità di realizzare grandi luci, lavorabilità, assemblabilità.	Elevata conduzione termica.
PRESTAZIONI ENERGETICHE	
TIPO DI TELAIO	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K)
Telaio a taglio termico	3,1/3,7 (1)
Senza taglio termico	7/5
Permeabilità all'aria	classe A3
Tenuta all'acqua	classe E3
Resistenza al vento	classe V3
PROFILO AMBIENTALE <sup>35</sup>	
APPROVVIGIONAMENTO MATERIE PRIME	
Alluminio primario	L'alluminio è il terzo elemento chimico, dopo il silicio e l'ossigeno più diffuso sulla crosta terrestre. Si trova nella bauxite sotto forma di ossido di alluminio (giacimenti in nella fascia tropicale Australia 30%).
Alluminio riciclato	Rottami, rifiuti di alluminio e imballaggi.
ENERGIA INCORPORATA	
Alluminio primario	191- 217 MJ Elevati costi energetici. L'energia per la produzione di alluminio è molto alta, essa determina circa il 40% dei costi economici complessivi.
Alluminio riciclato	8,1- 27,0 MJ La produzione del metallo da riciclo comporta solo il 5-25% dell'energia necessaria a produrlo ex-novo.
SCENARI DI FINE VITA	
Alluminio	Riciclo

### Acciaio

Nei serramenti l'acciaio è impiegato sotto forma di profilati o estrusi speciali per telai e di lamiera di vario spessore per i tamponamenti. I profilati di acciaio sono adatti a ricoprire luci elevate: sono indeformabili e, se muniti di opportune guarnizioni, assicurano una buona tenuta all'aria. Il maggiore inconveniente è dato dall'ossidazione del metallo, per cui necessitano di opportuni trattamenti di protezione, nonché bisogna tener presente la notevole dilatazione termica dell'acciaio.

Il valore di un componente d'acciaio è dato anche dalla qualità del suo trattamento superficiale; esso necessita quindi di una difesa che può essere realizzata attraverso un'opportuna protezione passiva (protezione galvanica, cataforesi e zincatura). La verniciatura invece è un processo composto di quattro differenti fasi: sgrossatura, preparazione della superficie mediante trattamento chimico, primo strato sottile detto di fondo per ancorare la vernice al metallo, secondo strato di finitura che conferisce il colore e completa la protezione.

<sup>35</sup> I dati del profilo ambientale di tutti i materiali sono tratti da Lavagna M., *Life Cycle Assessment in edilizia*, Hoepli, Milano, 2008.

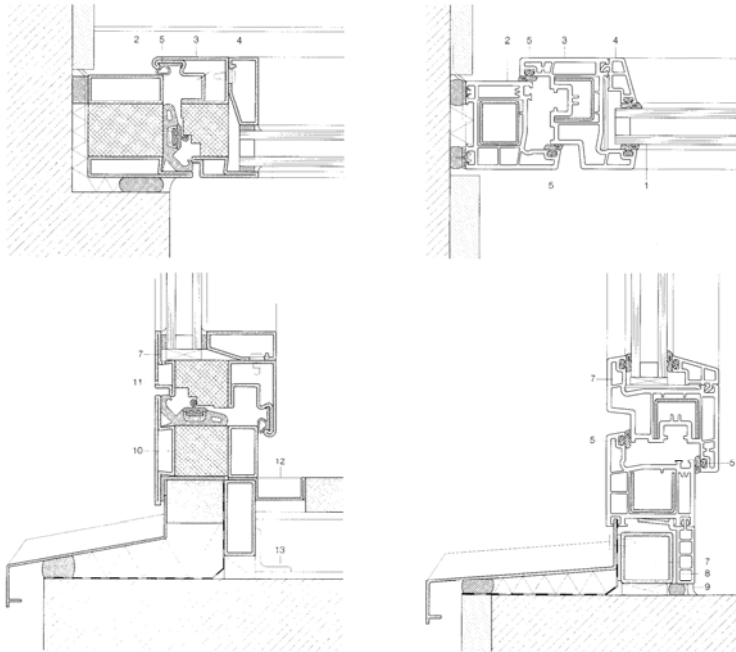
L'acciaio è impiegato anche per le ferramenta, ossia per tutte quelle parti metalliche di sostegno, di collegamento e di manovra. Esse devono essere scelte con attenzione a secondo del tipo d'infisso, perché da esse dipende la buona riuscita dell'infisso stesso. I dispositivi metallici, quali cerniere, devono essere di tipo pesante e con notevoli spessori, nonché realizzati con metalli inossidabili, in modo da non subire ruggine o con ottoni e con leghe leggere di alluminio. Anche per i serramenti in acciaio "a risparmio energetico", come per quelli in alluminio, la produzione punta su profili a taglio termico.

### *PVC*

Introdotta negli anni '50 si è fortemente imposta sul mercato perché è un prodotto più economico degli altri tipi ma altamente isolante, stabile agli urti, resistente agli agenti atmosferici e non richiede una particolare manutenzione. Il PVC, polivinilcloruro, si presenta sotto forma di polvere composta per il 57% da sale e il 43% da petrolio che, miscelata con vari additivi, viene trasformata in prodotto finito. Rispetto al tipo e alla percentuale di tali sostanze aggiunte, si ottengono differenti formulazioni di PVC, dai materiali flessibili simili alla gomma ai materiali rigidi.

Il PVC, mediante il processo di estrusione, viene trasformato in profilati per infissi, ottenendo un prodotto le cui caratteristiche di aspetto superficiale, colore, precisione dimensionale e resistenze all'urto sono già determinate. I profili sono ottenuti a caldo per estrusione e passano attraverso un sistema di calibratura e un dispositivo di raffreddamento in condizioni controllate. Le barre sagomate che si ottengono hanno una sezione pluricamera che ne aumenta la stabilità e migliora l'isolamento. La produzione è molto vasta e consente di avere profili di diverse dimensioni, complanari all'esterno, a gradino ecc. La camera centrale è spesso rinforzata con un profilo di acciaio zincato. La tenuta agli agenti atmosferici è ottenuta mediante doppia guarnizione che funziona per compressione. Nei modelli a giunto aperto viene mantenuta una guarnizione complanare al perimetro dell'anta e sulla battuta,

## 1.5 Le tipologie di schermi solari



*Telaio in acciaio e telaio in pvc; (fonte:AAVV, Atlante del Vetro,cit.,pag.165)*

1\_vetrocamera; 2\_Telaio fisso; 3\_Telaio mobile; 4\_Fermavetro;5\_Guarnizione;  
6\_Gocciolatoio; 7\_Tassello;8\_Bandella anteriore;9\_Giunto elastico;  
10\_Taglio termico; 11\_Apertura di drenaggio;12\_Grondaia di scarico;13\_Fissaggio.

ma la resistenza agli agenti atmosferici è assicurata da una guarnizione in materiale plastico posta in posizione centrale che opera principalmente a flessione. Sono presenti, inoltre, i profili per il fermavetro a scatto che può essere a smusso o arrotondato. Nel serramenti in PVC l'evoluzione è consistita soprattutto nell'aumentare il numero di camere in modo da massimizzare la stabilità finale del profilo. Oggi solo il 15% dei serramenti venduti in Italia è realizzato in PVC mentre la quota sale al 50% nei paesi del Nord Europa.<sup>36</sup> Le principali problematiche che la filiera del PVC dovrà affrontare nei prossimi anni per imporsi sul mercato riguardano non solo i livelli prestazionali alti e i costi bassi, ma anche la riduzione degli impatti ambientali:

- le numerose e differenziate sostanze utilizzate;
- la gestione e lo smaltimento dei rifiuti;
- la gestione dell'ambiente/sicurezza nel processo produttivo.

---

<sup>36</sup> Cfr. Centro di Informazione sul PVC



## 1. Classificazioni

PVC	
PROPRIETÀ DEL MATERIALE	
VANTAGGI	LIMITI
Impermeabilità; Leggerezza; bassa conduttività termica; elevata durabilità; ridotte operazioni di manutenzione; buon isolamento termico e acustico; economicità; stabilità cromatica	Bassa resistenza meccanica (per questo motivo vengono estrusi profili a più camere o viene accoppiato con il metallo); elevata deformabilità
PRESTAZIONI ENERGETICHE	
NUMERO DI CAMERE	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K)
PVC una camera	2,4
PVC 2-3 camere	1,6 - 1,9
Permeabilità all'aria	classe A3/ A4
Tenuta all'acqua	classe E7
Resistenza al vento	classe V3
PROFILO AMBIENTALE	
APPROVVIGIONAMENTO MATERIE PRIME	
All'origine del PVC vi sono sale, largamente diffuso e petrolio.	
ENERGIA INCORPORATA	
EE 60-95 MJ	
PRODUZIONE	
Le tecnologie di produzione del PVC sono state oggetto di ricerche approfondite nel corso dei decenni, soprattutto per ciò che concerne il loro impatto sull'ambiente e sulla sicurezza dei lavoratori. Oggi, tutti i moderni impianti di produzione di PVC utilizzano sistemi di produzione automatizzati e a ciclo chiuso e integrato. Questi sistemi permettono il controllo e il recupero dei sottoprodotti e l'abbattimento delle emissioni inquinanti derivanti dal processo.	
SCENARI DI FINE VITA	
Oggi solo il 3% viene riciclato, infatti a causa degli additivi plastificanti i serramenti in PVC non possono essere riciclati. Il 17% viene incenerito con possibile rilascio di diossina e l'80% va in discarica con possibile rilascio di ftalati. <sup>37</sup>	

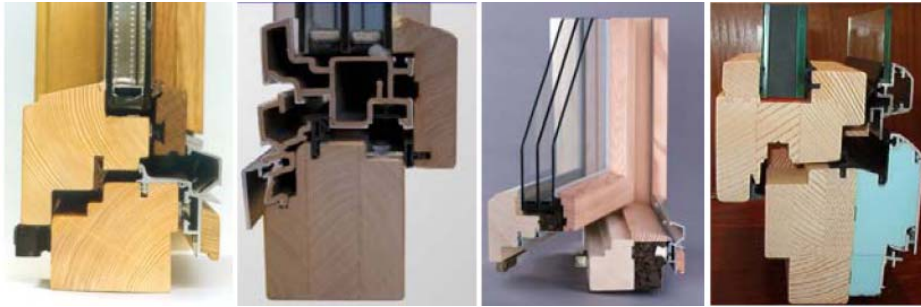
<sup>37</sup> Cfr. Lavagna M., *op.cit.*, pag.209

Confronto tra i principali materiali usati per i telai				1
	PVC	LEGNO	ALLUMINIO	
<b>MATERIALE: approvvigionamento materie prime</b>	43% di Etilene: sottoprodotto di raffinazione del petrolio. 57% di sale: disponibile in quantità inesauribile a livello mondiale.	Le quantità di conifere in Europa ne consente solo un uso limitato. Il ricorso massiccio al legno tropicale rappresenta un pericolo per l'equilibrio ecologico e biologico mondiale. Contro questo pericolo sono nate foreste certificate (Forestry Stewardship Council)	In natura l'alluminio non si trova allo stato puro ma in composti, ad es. come parte dell'argilla e della bauxite. Dopo l'ossigeno (47.3%) ed il silicio (25.8%), l'alluminio, con l' 8.1%, è l'elemento più diffuso e, allo stesso tempo, il metallo più comune nella crosta terrestre. L'estrazione avviene in due tempi. Attraverso il processo di Bayer, l'argilla è separata dalla bauxite (dall'argilla il metallo è estratto tramite elettrolisi nelle fonderie di alluminio).	
<b>ENERGIA : consumo per l'elaborazione della materia e dei profili</b>	Consumo molto ridotto di energia per l'elaborazione e l'estrusione.	Consumo ridotto per l'abbattimento, la segatura e profilatura.	Altissimo consumo di energia per elaborazione: per fondere l'ossido di alluminio appena prodotto sono necessari più di 2000°C	
<b>ENERGIA INCORPORATA: EE</b>	60-95 MJ	- MJ (Legno masello) 7,8 MJ (legno lamellare)	191- 217 MJ	
<b>PROFILI</b>	Progettazione e produzione soggette al Papere Tecnico Certificazione di controlli CSTB.	Scelte ad opera del produttore	Identica al PVC	
<b>SALUTE: pericolo per l'utente</b>	La fase più pericolosa è quella di produzione e di incenerimento.	NO: salvo tinteggiatura con solventi catalizzatori	NO	

## 1. Classificazioni

Confronto tra i principali materiali usati per i telai				2
	PVC	LEGNO	ALLUMINIO	
<b>DURATA</b>	Ipotizzata a più di 50 anni: 30 anni di esperienza finora.	Secondo il tipo di legno e relativa manutenzione (cicli ogni 5 anni). Stimata intorno ai 30-40 anni.	Circa 50 anni per l'a.anodizzato. L'a. smalto si opacizza col tempo (smalto automobili).	
<b>RESISTENZA DEGLI ANGOLI</b>	Angoli saldati stagni e resistenti: 300kg (telaio mobile) e 350 kg (t. fisso).	Angoli incollati, oppure incastrati con speciale ferramenta.	Angoli incollati: tenuta stagna degli assemblaggi con mastice.	
<b>MANUTENZIONE: Stato superfici</b>	Semplice lavaggio, materia tinta nella massa (bianco), insensibile all'aria di mare e all'umidità	Ritinteggiatura ogni 2-5 anni. Sensibile all'umidità	Erosione dell'anodizzazione per effetto degli agenti atmosferici. Sensibile all'aria di mare. Cemento e Calce distruggono l'anodizzazione.	
<b>RISPARMIO DI ENERGIA IN FASE D'USO: tenuta</b>	Eccellente: guarnizioni di tenuta sistemica	Eccellente: guarnizioni di tenuta sistemica	Eccellente: guarnizioni di tenuta sistemica	
<b>ISOLAMENTO TERMICO: trasmittanza termica</b>	$U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ Superficie calda al tatto	Per legno secco: telaio fisso 56mm $U = 1,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ telaio fisso 38 mm $U = 2,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ Superficie calda al tatto	Senza taglio termico: $U = 7 / 5,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ Con taglio termico: $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ Superficie fredda al tatto.	





*Esempi di Telaio in materiali misti; (fonte: promo legno.it)*

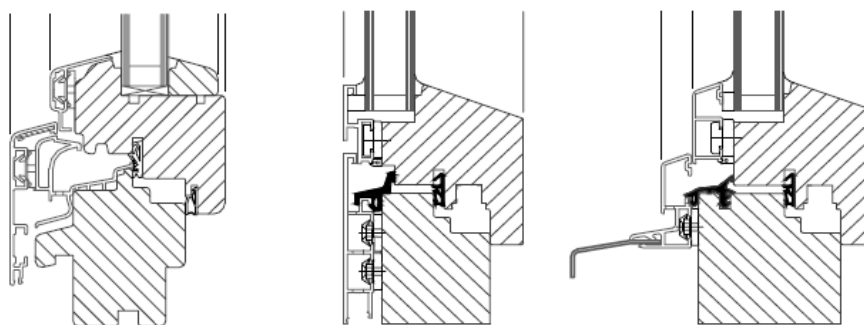
### *Finestre in materiali misti*

La tendenza all'accoppiamento di due o più materiali risulta conveniente per potenziare le proprietà di alcuni di essi e migliorare le prestazioni energetiche finali. Si elencano di seguito gli accoppiamenti più frequenti.

#### *Legno-alluminio e alluminio-legno*

Uno dei sistemi più vantaggiosi è dato dall'abbinamento legno-alluminio in cui i due telai sono avvitati l'uno all'altro. I profili di alluminio sono principalmente usati all'esterno così da sfruttarne la resistenza agli agenti atmosferici, mentre all'interno si preferisce adoperare il legno che possiede buone caratteristiche termoisolanti e una migliore gradevolezza al tatto dovuta all'effetto "caldo". Quest'ultimo dipende sia dalla natura stessa del materiale sia dal suo aspetto che evoca un'immagine più ancorata alla tradizione. La funzione di elemento portante può essere svolta, a seconda dei casi, dalla parte in legno o da quella in alluminio. In fase di dismissione il recupero dei materiali è facilitato dal fatto che gli elementi sono avvitati tra loro e non risulta pertanto complessa l'operazione di disassemblaggio. La ricerca è oggi estremamente matura in termini tecnologici e largamente rivolta all'obiettivo della massima prestazione isolante. Per potenziare l'isolamento termico esistono stratificazioni del telaio che prevedono l'inserimento tra il legno e l'alluminio di un profilo in polistirene reso solidale mediante l'uso di colle o in alcuni casi di speciali sistemi di ancoraggio. In quest'ultimo caso è consentito il disassemblaggio dei due materiali a fine vita e quindi la riciclabilità dei due telai che invece è compromessa dall'uso di colle. Questi sistemi commercializzati con il nome di "finestre passive"<sup>38</sup> raggiungono valori di trasmittanza, con opportuna vetrazioni, molto ridotti fino a  $U_w$  di 0,70/ 0,80 W/m<sup>2</sup>K.

<sup>38</sup> L'azienda Uniform produce la "Passiv fenster" certificata dall'Istituto Passivhausinstitute di Darmstad con valore di  $U_w$  di 0,72 W/m<sup>2</sup>K ; ma esistono altri esempi prodotti da Internom che per la serie Edition 4 (vetro+termo schiuma+alluminio) ha mutuato dall'industria automobilistica la tecnica dell'incollaggio della lastra di vetro in sovrapposizione della lastra del battente.



*Telai in legno – alluminio: (fonte: promo legno.it)*

La richiesta del mercato va in direzione di profili a taglio termico anche per l'alluminio-legno: in Nord-America esiste una tecnologia in cui il cuore del telaio è in fibre di vetro unidirezionali racchiuso da un tessuto a fibre pluridirezionali e in superficie da resina poliestere con finitura esterna con vernici. Un prodotto dalle altissime prestazioni: stabilità e robustezza paragonabile all'alluminio e all'acciaio, bassa conducibilità termica di legno e PVC, leggerezza del PVC.<sup>39</sup>

LEGNO-ALLUMINIO	
PROPRIETÀ DEL MATERIALE	
VANTAGGI	LIMITI
<p>Il profilo combinato, presenta una buona capacità termoisolante e fonoassorbente, la struttura interna in legno elimina il surriscaldamento per irraggiamento nei mesi estivi, aumentando il comfort abitativo ed il risparmio sul condizionamento.</p> <p>La struttura in legno massiccio, inoltre, consente un maggior isolamento acustico rispetto ai sistemi in metallo realizzati con profili estrusi. Vantaggi per le operazioni di manutenzione (ogni 10 anni) e la durabilità .</p>	<p>Le dilatazioni termiche dei profili in alluminio sono facilitati con l'inserimento nei profili di una serie di giunti di dilatazione che possono provocare rumori dovuti all'assestamento soprattutto durante i periodi estivi in cui si riscontrano elevate escursioni termiche tra il giorno e la notte.</p>
PRESTAZIONI ENERGETICHE	
Larghezza media telaio (1)	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K)
Legno/Alluminio	Valori molto ridotti
Permeabilità all'aria	classe A3 (2)
Tenuta all'acqua	classe A4 (3)
Resistenza al vento	classe V3 (4)
PROFILO AMBIENTALE	
Per il profilo ambientale si deve tener conto delle considerazioni già fatte per i singoli materiali	

### *Alluminio-pvc*

Realizzato da un telaio in pvc sul quale sono fissati profili di alluminio. Il pvc ha il compito strutturale e di coibenza mentre l'alluminio di protezione contro gli agenti esterni. L'unione è realizzata in modo da consentire il relativo scorrimento tra i due profili.

### *Pur-alluminio*

<sup>39</sup> In Italia questa tecnologia è prodotta da Archimede progetti ([www.agostinigroup.com](http://www.agostinigroup.com)) con la Serie 500 Fibex inside.

Il poliuretano svolge la funzione strutturale oltre ad avere un forte potere termo-isolante. Si realizza un sistema composto da un'anima costituita da un profilato metallico oppure con poliuretano interno e profilati metallici all'esterno.

### *Legno-pvc*

Realizzato con un telaio in legno sul quale sono fissati profili in pvc con funzione di protezione verso gli agenti atmosferici. I due profili sono uniti da un dispositivo a scatto, in tal modo il pvc può dilatarsi, a causa dell'aumento di temperatura, indipendentemente dal legno.



### Schede di alcuni prodotti innovativi presenti sul mercato

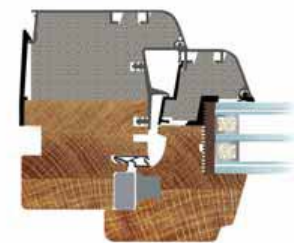
Di seguito si riportano alcune schede di classificazione dei serramenti più innovativi presenti nel panorama della produzione nazionale organizzate per tipologia di materiale del telaio (con qualche esempio di prodotti di aziende tedesche e austriache). Tale classificazione non è naturalmente esaustiva ma si pone l'obiettivo di offrire uno scenario delle maggiori tendenze perseguite dalle principali aziende di serramenti nell'ambito del risparmio energetico. In merito a quest'ultimo punto, infatti, si vuole specificare che di ciascuna azienda è stato "schedato" il prodotto che presenta le migliori *performances* energetiche e che dunque è commercializzato dalla azienda stessa come prodotto di "nicchia". La scheda è stata organizzata come illustra la tabella sottostante, che rappresenta un esempio non compilato.

SCHEDA PRODOTTO_XX	
MATERIALE TELAIO	
DITTA PRODUTTRICE:	IMMAGINE
NOME COMMERCIALE:	
DESCRIZIONE:	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA:	
DIMENSIONI TELAI:	
TRASMITTANZA TERMICA:	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO:	



*Esempio di scheda tipo per la classificazione di alcuni prodotti*

I dati per la compilazione delle schede provengono dai siti internet ufficiali di ciascuna azienda produttrice dalle schede tecniche e in alcuni casi contattando direttamente l'azienda. Talvolta le informazioni reperibili non sono tutte quelle necessarie alla stesura della scheda. In questi casi, ossia laddove mancano i dati relativi ad una o più voci, la casella rimane vuota. Inoltre, in altri casi, ad esempio per la trasmittanza termica o per l'isolamento acustico, la ditta non fornisce sempre i valori esatti ma, solo un giudizio qualitativo (es. trasmittanza termica: elevata). Per cui le schede, seppur omogenee tra loro, presentano alcune minime differenze.

**SCHEDA PRODOTTO\_01**

<b>LEGNO e LEGNO-ALLUMINIO</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> DE CARLO	
<b>NOME COMMERCIALE:</b> SERIE 68 CLASSIC	
<b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in legno lamellare. Avanzato ciclo di verniciatura. Tamponamento costituito di vetrate isolanti termiche e/o solari, acustiche, e antinfortunistiche. Doppio e triplo vetro. Disponibile anche con rivestimento esterno in alluminio.	
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b>	
DOPPIO VETRO: Vetro Esterno: 33.1 controllo solare Camera: 15 mm Vetro Interno: 33.1	
TRIPLIO VETRO: Vetro Esterno: 33.1 controllo solare Camera: 12 mm Vetro Intermedio: 4 bassoemissivo temp. Camera: 12 mm Vetro Interno: 33.1	
<b>DIMENSIONI TELAI:</b>	
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b>	
DOPPIO VETRO: a partire da $U_w=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ con riempimento ad aria e 1,4 con kripton	
TRIPLIO VETRO: $U_w=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ con Krypton; $U_w=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ con aria;	
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>	
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> DE CARLO	
<b>NOME COMMERCIALE:</b> SERIE EXTER PASSIVE	
<b>DESCRIZIONE:</b> La tecnologia del profilo esterno in alluminio coibentato con materiali di base poliuretanic ed in più l'utilizzo di un triplo vetro, garantiscono performance di isolamento termico ai massimi livelli tra quelli che l'attuale tecnologia del serramento rende possibili.	
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b>	
Vetro Esterno: 33.1 controllo solare Camera: 15 mm Vetro Intermedio: 4 bassoemissivo temp. Camera: 15 mm Vetro Interno: 33.1	
<b>DIMENSIONI TELAI:</b> 68x80 mm	
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> $U_w=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ con Krypton;	
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>	
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b>	

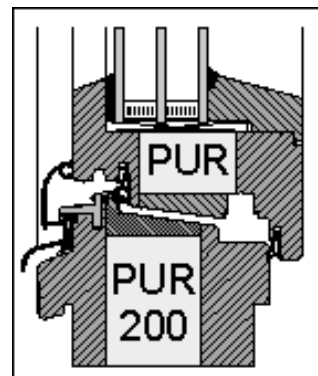
**SCHEDA PRODOTTO\_02**

<b>LEGNO</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> TIP TOP FENSTER	<p><b>PASSIV HOUSE INSTITUT</b></p>  
<b>NOME COMMERCIALE:</b> CLIMATOP	
<b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in legno lamellare. Alterna più strati di isolamento e legno. Disponibile con triplo vetro $U_g= 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Certificato presso l'Istituto Passivhaus del Dott. Wolfaing Feist a Darmstadt.	
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b> Triplo vetro	
<b>DIMENSIONI TELAI:</b> spessore 95 x 80 mm	
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> $U_w=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>	
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b>	

## SCHEDA PRODOTTO\_03

## LEGNO

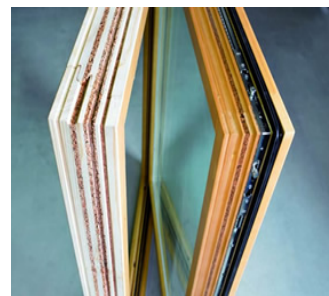
DITTA PRODUTTRICE: VARIOTEC
NOME COMMERCIALE: ENERGYFRAME
DESCRIZIONE: Serramento in legno lamellare con struttura interna di isolamento in PUR. Sistema di drenaggio eseguito con barre termoisolate per la protezione dalle intemperie poste in posizione centrale; guarnizione di battuta in EPDM.
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Tripla vetrata con distanziali Thermix; le camere sono riempite di Argon per l'82%.
DIMENSIONI TELAI: 110mm
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w < 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASMITTANZA LUMINOSA: $g=52\%$
TENUTA ALL'ACQUA: classe E 1950 (Pa) DIN EN 12208
TENUTA ALL'ARIA: classe 4 DIN EN 12207
ISOLAMENTO ACUSTICO:



## SCHEDA PRODOTTO\_04

## LEGNO

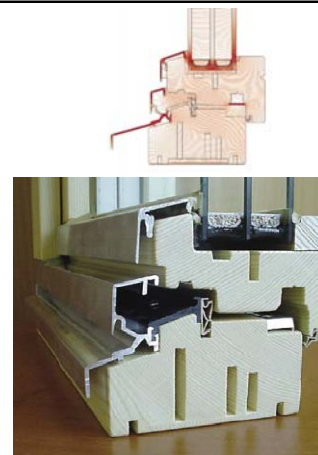
DITTA PRODUTTRICE: FALISELLI SERRAMENTI
NOME COMMERCIALE: KLIMA 92
DESCRIZIONE: Serramenti in legno lamellare e sughero vaporizzato. Verniciatura ad acqua a quattro mani; ferramenta Maico; Quattro guarnizioni Deventer in elastomero termoplastico;
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: vetri basso emissivi fino a 42 mm a lastra.
DIMENSIONI TELAI:
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASMITTANZA LUMINOSA:
TENUTA ALL'ACQUA:
TENUTA ALL'ARIA:
ISOLAMENTO ACUSTICO:



## SCHEDA PRODOTTO\_05

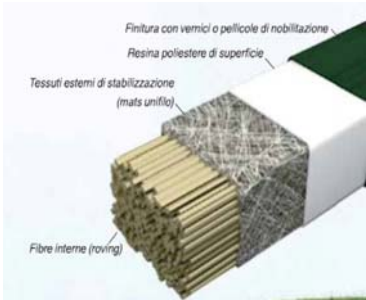
## LEGNO e LEGNO-ALLUMINIO

DITTA PRODUTTRICE: HEISS FENSTERBAU
NOME COMMERCIALE: PASSIVHAUSVENSTER
DESCRIZIONE: è una finestra con telaio in legno massiccio garantisce ottimi valori di isolamento termico grazie alle tre camere d'aria incorporate nel telaio. La finestra ha una guarnizione centrale e una nella parte interna del battente
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: 4/ 18/4/18/4 con gas argon
DIMENSIONI TELAI: lo spessore del legno è di 100 mm. Il battente ha una larghezza di 70 mm e dista solo 15-20 mm dall'intradosso grazie alla ferramenta completamente nascosta. Anche il telaio è particolarmente sottile con i suoi 70 mm e può essere ricoperto all'interno per circa 15 mm di larghezza.
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_f = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$ per il larice; $U_f = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ per l'abete rosso; $U_g = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASMITTANZA LUMINOSA:
TENUTA ALL'ACQUA:
TENUTA ALL'ARIA:
ISOLAMENTO ACUSTICO:







**SCHEDA PRODOTTO\_06**

LEGNO-ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: AGOSTINI	
NOME COMMERCIALE: SERIE ARCHIMEDE 500 FIBEX INSIDE	
DESCRIZIONE: Serramento in legno-alluminio; utilizza per il taglio termico il Fibex un materiale composito a base di fibre strutturali di rinforzo e resine sintetiche, ottenuto per pultrusione.. Esso è rivestito esternamente di alluminio ed internamente di alluminio o di legno.	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA:	
DIMENSIONI TELAI: sezioni ridotte rispetto a quelle tradizionali del 20% favorendo un incremento della superficie vetrata del serramento	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ su serie 502	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO:	

**SCHEDA PRODOTTO\_07**

LEGNO-ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: INTERNORM	
NOME COMMERCIALE: VARION 4	
DESCRIZIONE: Serramento in legno e alluminio. Struttura portante in legno, rivestimento esterno in alluminio e isolamento in termoschiuma senza HFC; disponibile con triplo vetro isolante enella versione 4 con un ulteriore vetro esterno; ferramenta perfettamente nascosta; sistema di evacuazione dell'acqua nascosto o a vista; tre guarnizioni; disponibile con un battente "senza telaio".	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: triplo vetro, sistema oscurante e vetro.	
DIMENSIONI TELAI: profondità del profilo 85 mm	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w$ fino a $0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$ (con un opportuno vetraggio)	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO: 45 dB	

**SCHEDA PRODOTTO\_08**

LEGNO-ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: INTERNORM	
NOME COMMERCIALE: EDITION 4	
DESCRIZIONE: Prodotto idoneo per case a basso consumo energetico e passive. La doppia finestra in legno ed alluminio si caratterizza per: sistema oscurante e di protezione dagli sguardi indiscreti integrato tra i vetri e quindi protetto; ferramenta perfettamente nascosta; elementi di chiusura di design; termoschiuma ad elevato isolamento.	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: doppio vetro, sistema oscurante e vetro.	
DIMENSIONI TELAI: profondità del profilo di 93 mm	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w$ fino a $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ (con un opportuno vetraggio)	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO: 43 dB	

## SCHEMA PRODOTTO\_09

## LEGNO-ALLUMINIO

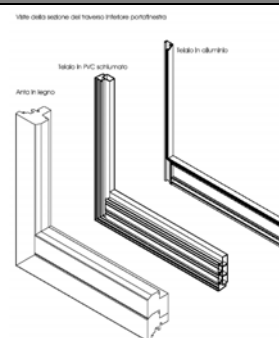
DITTA PRODUTTRICE: HAAS HOCO
NOME COMMERCIALE: AMBIENT PASSIV
DESCRIZIONE: Serramento in legno e alluminio. Caratterizza la sezione il componente schiumato di 62 mm del telaio che viene fissato con un collante speciale alla parte in legno. Gli ottimi risultati ottenuti non si fermano solo ai valori tecnici ma proseguono a livello estetico. Tale sistema infatti favorisce una maggior superficie vetrata e il battente non è visibile dall'esterno, in tal modo tutti gli ambienti ne risulteranno più luminosi. Grazie all'eliminazione del gocciolatoio verso l'esterno, si sono esclusi pericoli di ponti termici e sul lato interno non compare nessun tipo di fermavetro.
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Triplo vetro da 36 mm, modello Polaris, con riempimento di gas Argon e canalina in Pvc
DIMENSIONI TELAIO: profondità del profilo 115 mm
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_f = 0,72/0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASMITTANZA LUMINOSA:
TENUTA ALL'ACQUA:
TENUTA ALL'ARIA:
ISOLAMENTO ACUSTICO: 45 dB



## SCHEMA PRODOTTO\_10

## LEGNO-ALLUMINIO

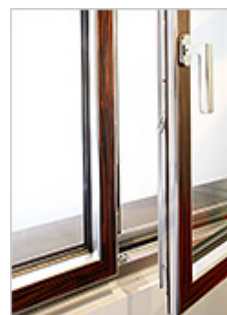
DITTA PRODUTTRICE: UNIFORM
NOME COMMERCIALE: PASSIV FENSTER
DESCRIZIONE: Serramento in legno e alluminio. La stratificazione del telaio prevede l'inserimento tra il legno e l'alluminio di un profilo in polistirene reso solidale mediante speciali bussole di ancoraggio senza l'uso di colle il che consente di riciclare il materiale. Certificato dal Passivhausinstitute di Darmstadt.
COMPOSIZIONE VETROCAMERA:
DIMENSIONI TELAI:
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASMITTANZA LUMINOSA:
TENUTA ALL'ACQUA:
TENUTA ALL'ARIA:
ISOLAMENTO ACUSTICO:



## SCHEMA PRODOTTO\_11

## LEGNO-ALLUMINIO

DITTA PRODUTTRICE: STARPUR
NOME COMMERCIALE: OLTRELUCE
DESCRIZIONE: Serramento in alluminio e legno. La linea alluminio legno a taglio termico Oltreluce presenta un innovativo sistema di apertura ad anta a scomparsa collocata oltre la luce del muro, che garantisce massima luminosità e sicurezza anti-effrazione.
COMPOSIZIONE VETROCAMERA:
DIMENSIONI TELAI:
TRASMITTANZA TERMICA:
TRASMITTANZA LUMINOSA:
TENUTA ALL'ACQUA:
TENUTA ALL'ARIA:
ISOLAMENTO ACUSTICO:



**SCHEDA PRODOTTO\_12**

**LEGNO-ALLUMINIO**

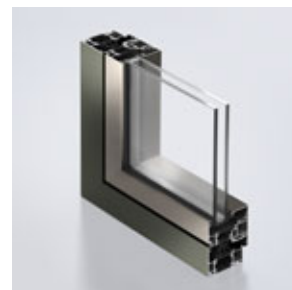
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> ALBERTINI
<b>NOME COMMERCIALE:</b> FUTURA
<b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in alluminio e legno. La finestra è composta da ante in legno completamente invisibili all'esterno e da un unico profilo di alluminio dal design accattivante.
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b>
<b>DIMENSIONI TELAI:</b>
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> elevata
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b> elevato



**SCHEDA PRODOTTO\_13**

**ALLUMINIO**

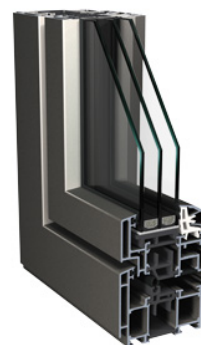
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> SCHÜCO
<b>NOME COMMERCIALE:</b> AWS
<b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in alluminio. La struttura presenta una sezione isolante più ampia e ad una guarnizione centrale ottimizzata della camera cava. Presente in tutte le modalità di apertura. Combinabile con sistemi di automazione per l'apertura.(sistema TIP TRONIC)
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b> Doppio vetro
<b>DIMENSIONI TELAIO:</b> spessore 65mm (serie base); 70 e 75 mm
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> Uf medio 2,2 W/m²K
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b> elevato



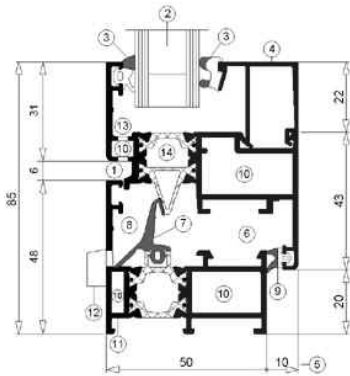

**SCHEDA PRODOTTO\_14**

**ALLUMINIO**


<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> FINSTRAL
<b>NOME COMMERCIALE:</b> A 78-B
<b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in alluminio con robusti profili a taglio termico. Il moderno sistema A78 presenta una guarnizione mediana. Estetica di anta e telaio uniforme e complanare all'esterno.
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b> vetri basso-emissivi e fonoassorbenti con uno spessore complessivo di 30 mm e distanziali in vetro a prestazioni termiche migliorate $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Possono essere installati tripli vetri basso-emissivi con uno spessore di 46 mm, per raggiungere un valore $U_g$ fino a $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
<b>DIMENSIONI TELAI:</b> Profondità anta: 85 mm Spessore anta visto dall'esterno: 41 mm Spessore montante mobile per finestre a due ante visto dall'esterno: 160 mm Spessore montante fisso per porte-finestre a due ante visto dall'esterno: 162 mm Spessore montante fisso rinforzato con due ante visto dall'esterno: 176 mm
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> $U_w=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (con doppio vetro); $U_w=1,3/1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (con triplo vetro); $U_f$ medio $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b> classe E900
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b> classe 4
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b> da 36 dB a 46 a seconda del vetro impiegato.







SCHEDA PRODOTTO_15	
<b>ALLUMINIO</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> METRA	
<b>NOME COMMERCIALE:</b> SERIE NC 50 STH	
<p><b>DESCRIZIONE:</b> Serramento in alluminio realizzato con profilati lega EN AW - 6060 (EN 573-3 e EN 755-2) con interruzione del ponte termico, è certificato a norma europea. Le barrette in poliammide rinforzata con fibra di vetro, con forme geometriche ottimizzate, consentono di ottenere una bassa conducibilità termica. Tipo di tenuta aria-acqua assicurata dal Giunto centrale (finestre e porte balcone); Doppia guarnizione in battuta (porte d'ingresso).</p> <p>Di particolare rilievo tecnico l'integrazione con le serie: NC 65 STH; NC 72 STH - NC 72.1 STH, dalle quali la serie NC 50 STH attinge profilati, accessori, guarnizioni e punzonatrici, con importanti vantaggi gestionali e di contenimento dei costi.</p>	
<b>COMPOSIZIONE VETROCAMERA:</b> Vetro e/o pannello da 4 mm a 42 mm	
<p><b>DIMENSIONI TELAI:</b></p> <p>Telaio fisso:</p> <p>finestre linea piana profondità 50 mm</p> <p>finestre linea classica e sagomata profondità 60 mm</p> <p>porte linea piana profondità 50mm</p> <p>porte linea classica profondità 60mm</p> <p>Telaio mobile:</p> <p>finestre linea piana profondità 60 mm</p> <p>finestre linea classica e sagomata profondità 62 mm</p> <p>finestre linea tonda profondità 64,5 mm</p> <p>finestre linea stondata profondità 70 mm</p> <p>porte linea piana profondità 50mm</p> <p>porte linea classica profondità 60mm</p>	
<b>TRASMITTANZA TERMICA:</b> elevate prestazioni di isolamento termico	
<b>TRASMITTANZA LUMINOSA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ACQUA:</b>	
<b>TENUTA ALL'ARIA:</b>	
<b>ISOLAMENTO ACUSTICO:</b> elevate prestazioni di isolamento acustico	
	
 <p>Dimensione della base: 30-60 mm Tipo di tenuta alla acqua-vento: mediante guarnizione a spazzola Spessore del vetro: massimo di 42 mm Portata max per ante: 150 kg</p>	
<p>1- Profilati conformi alle norme europee</p> <p>2- Vetro e/o pannello da 4 mm a 42 mm</p> <p>3- Guarnizioni vetro in EPDM coestruso, si possono montare senza taglio negli angoli con metodo "tournant"</p> <p>4- Fermavetri, a scatto ed a infilare, con altezza utile 22 mm</p> <p>5- Quota di sormonto 10/12 mm</p> <p>6- Con speciali accessori è possibile raggiungere le classi di sicurezza: WK1 o WK2 o WK3</p> <p>7- Giunto centrale posizionato per una migliore tenuta all'acqua ed all'aria</p> <p>8- Camera di equalizzazione ottimizzata, elimina il ristagno dell'acqua</p> <p>9- Guarnizione fonoisolante di finitura in EPDM coestruso</p> <p>10- Squadrette di unione d'angolo in alluminio con metodo a spinare o cianfrinare che assicurano un'ottima tenuta ed eliminano fenomeni di tipo galvanico</p> <p>11- Drenaggio diretto non a vista</p> <p>12- Drenaggio esterno con cappetta copri lavorazione</p> <p>13- Aerazione vetro che elimina il ristagno dell'acqua (i fori di aerazione passano attraverso una specifica camera tubolare)</p> <p>14- Barrette a sezione piena e multitubolare in poliammide 6.6 rinforza con fibre di vetro e a bassa conducibilità termica.</p>	


SCHEDA PRODOTTO\_16


ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: DOMAL	
NOME COMMERCIALE: EXTRATERMIC 62	
DESCRIZIONE: Serramento in alluminio. Si tratta di un sistema termoisolato che consente di costruire finestre ad una, due, tre e quattro battenti con varie aperture, complanari all'esterno e a sormonto all'interno. I profilati sono di tipo isolato avendo la sagoma composta da due estrusi in alluminio collegati meccanicamente e separati termicamente mediante listelli in materiale plastico che riducono lo scambio termico tra le masse metalliche. L'interruzione del ponte termico è ottenuta mediante l'interposizione di listelli in poliammide rinforzata con fibra di vetro e caratterizzati da un basso valore di conducibilità termica. Il sistema di tenuta all'aria è a giunto aperto, cioè con guarnizione centrale in EPDM inserita nel telaio fisso avente l'aletta di tenuta in appoggio diretto sul piano del profilato mobile.	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: vetri isolanti bassoemissivi fino a 50 mm da $U=1,1 \text{ W/mqK}$ e intercalare caldo	
DIMENSIONI TELAI: Profondità telaio fisso: 55mm o 62 mm Profondità telaio mobile: 62 mm	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_f = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA: classe E1050	
TENUTA ALL'ARIA: classe 4	
ISOLAMENTO ACUSTICO: 47 dB	

SCHEDA PRODOTTO\_17

ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: ALL.CO	
NOME COMMERCIALE: EXPORT 68TT	
DESCRIZIONE: Serramento in alluminio a giunto aperto e camera europea standard con robusti profili a taglio termico da 30 mm in grado di garantire ottime prestazioni $U_{f1} = 2,36 \text{ W/mqK}$ e $U_{fc} = 2,40 \text{ W/mqK}$ . I profilati sono realizzati mediante estrusione in lega di alluminio EN AW 6060-T5 con spessori e tolleranze dimensionali conformi alla norma UNI EN 12020-2:2002. Il taglio termico dei profili è realizzato mediante barrette da 30 mm in poliammide 66 rinforzato al 25% con fibre di vetro. L'assemblaggio di queste ultime con i profili in alluminio è effettuato mediante rullatura meccanica computerizzata per garantire una resistenza allo scorrimento superiore a 2,4 daN/mm, nel rispetto delle procedure previste dal marchio di qualità Qualital: QUALITHERM. Il montaggio avviene mediante tagli e giunzioni a 45°.	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: vetri isolanti bassoemissivi fino a 50 mm da $U=1,1 \text{ W/mqK}$ e intercalare caldo	
DIMENSIONI TELAI: Profondità telaio fisso: 62 mm Profondità anta: 70 mm Larghezza nodo centrale: 143,5÷191 mm Fuga tra i profili: 4,5 mm	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w = 1,63 \text{ W/mqK}$ .	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA: classe EE	
TENUTA ALL'ARIA: classe 3	
ISOLAMENTO ACUSTICO:	


PVC		SCHEDA PRODOTTO_18
DITTA PRODUTTRICE: FINSTRAL		
NOME COMMERCIALE: SERIE 200 TOP 72		
DESCRIZIONE: Serramento in PVC. Ante Finestre con un profilo ridottissimo, con ampia superficie vetrata per garantire alta luminosità.		
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Vetri basso-emissivi e riflettenti.		
DIMENSIONI TELAIO: spessore 72 mm (serie base); 90 mm		
TRASMITTANZA TERMICA: Ug medio 1,1 W/m²K		
TRASMITTANZA LUMINOSA:		
TENUTA ALL'ACQUA: Classe 9A		
TENUTA ALL'ARIA: Classe 4		
ISOLAMENTO ACUSTICO: modello base 36 db; vetri speciali e terza guarnizione valori fino a 45 dB		

PVC		SCHEDA PRODOTTO_19
DITTA PRODUTTRICE: REHAU		
NOME COMMERCIALE: BRILLANT-DESIGN		
DESCRIZIONE: Serramento in PVC. Numero di camere: 5 sistema di tenuta: guarnizione centrale Soluzione angolare anti-condensa		
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Triplo vetro		
DIMENSIONI TELAIO: Profondità profilo: 70 mm		
TRASMITTANZA TERMICA: Uf= 1,3 W/m²K (con rinforzo standard) con rinforzo a taglio termico: Uf= 1,1 W/m²K		
TRASMITTANZA LUMINOSA:		
TENUTA ALL'ACQUA: E750 (DIN 12208)		
TENUTA ALL'ARIA: classe 4 (DIN 12207)		
ISOLAMENTO ACUSTICO: fino alla classe di isolamento 4 (VDI 2719)		


PVC		SCHEDA PRODOTTO_20
DITTA PRODUTTRICE: REHAU		
NOME COMMERCIALE: CLIMA-DESIGN		
DESCRIZIONE: Serramento in PVC. Numero di camere: 5 con isolamento termico supplementare e guarnizione centrale		
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Triplo vetro		
DIMENSIONI TELAIO: Profondità profilo 120 mm		
TRASMITTANZA TERMICA: Uw=0,8 W/m²K; Uf= 0,71 W/m²K		
TRASMITTANZA LUMINOSA:		
TENUTA ALL'ACQUA: C (DIN 18055)		
TENUTA ALL'ARIA: classe 4 (DIN 12207)		
ISOLAMENTO ACUSTICO: fino alla classe di isolamento 4 (VDI 2719)		



SCHEDA PRODOTTO\_21

PVC-ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: HAAS HOCO	
NOME COMMERCIALE: HX PASSIV	
DESCRIZIONE: Serramento in PVC e alluminio. Il lato esterno del profilo è ricoperto da robusto strato di schiuma poliuretanica, ricoperto da un guscio in alluminio. Verso la finestra, tra il guscio in alluminio e il vetro, si forma un'altra guarnizione. Insieme migliorano ulteriormente l'isolamento. In tutto il sistema presenta quattro guarnizioni di tenuta.	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Triplo vetro	
DIMENSIONI TELAI:	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO:	

SCHEDA PRODOTTO\_22

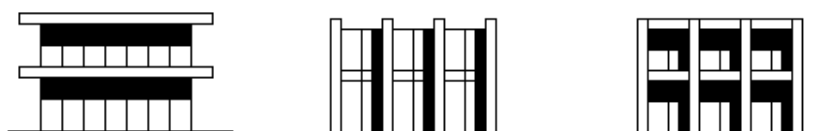
PVC e PVC-ALLUMINIO	
DITTA PRODUTTRICE: INTERNORM	
NOME COMMERCIALE: DIMENSION 4	
DESCRIZIONE: Serramento in PVC. E' disponibile anche con rivestimento esterno in alluminio. La doppia plissè (duette) rivestita in alluminio consente un isolamento termico aggiuntivo ed un oscuramento eccellente (simile a quello degli avvolgibili).	
COMPOSIZIONE VETROCAMERA: Triplo vetro	
DIMENSIONI TELAI:	
TRASMITTANZA TERMICA: $U_w$ fino a $0,89 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	
TRASMITTANZA LUMINOSA:	
TENUTA ALL'ACQUA:	
TENUTA ALL'ARIA:	
ISOLAMENTO ACUSTICO:	

### 1.5 Le tipologie di schermi solari

In breve si illustrano, di seguito, i sistemi presenti sul mercato per la regolazione del flusso luminoso e della radiazione solare.

In generale si possono individuare diverse categorie: un primo caso riguarda la struttura edilizia della facciata che attraverso aggetti, rientranze, angoli di inclinazione e setti protegge le vetrate dalle radiazioni solari; un secondo esempio è costituito dagli schermi solari e un terzo caso dai vetri speciali. La struttura edilizia di facciata è preferibile per proteggere le superfici vetrate orientate a Sud. In questo caso è sufficiente un aggetto orizzontale mentre, per le finestre orientate ad est o ad ovest, sono preferibili gli aggetti verticali. Per massimizzare i risultati è possibile adoperare, in aggiunta a tali sistemi, anche degli schermi solari apposti direttamente sulla facciata. Una classificazione degli schermi può essere fatta individuando due tipologie: schermi fissi e schermi mobili. I primi non richiedono l'intervento dell'utente e generalmente neanche manutenzione; mentre quelli mobili e/o dinamici si adattano a condizioni variabili e possono essere gestiti dagli utenti o da sistemi meccanici automatizzati, cosiddetti "intelligenti," programmati per svolgere tale ruolo. Gli schermi mobili sono di diverso tipo: dal più diffuso sistema dell'avvolgibile esterno, (la finestra monoblocco con il cassonetto per l'avvolgibile) alle veneziane che consentono di ottenere assetti più variabili, ai sistemi schermanti provenienti dall'industria del vetro. In questo settore, infatti, l'innovazione tecnologica si è spinta molto avanti per cui sul mercato si trovano una notevole quantità e varietà di prodotti differenti.

Già il *brise soleil*, introdotto da Le Corbusier nella prima metà degli anni trenta, aveva rivoluzionato il mercato degli schermi sostituendosi ai tradizionali *scuri di legno* che avevano lo svantaggio di impedire di regolare liberamente l'ingresso della luce, poiché le lamelle non erano orientabili. In questo caso, infatti, per arrestare il surriscaldamento si crea una condizione di discomfort visivo che implica l'uso di luce artificiale anche durante il giorno. Di contro, va notato, che l'utilizzo e la corretta regolazione della luce diurna permette di ridurre il fabbisogno di luce artificiale e di elettricità. Senza considerare che, a parità di prestazione, la luce artificiale produce più calore di quella naturale.



*Schermature fisse: orizzontali; verticali; a cassonetto;*

*(fonte: Wienke U., Aria – Calore- Luce, Il comfort ambientale negli edifici, DEI, Roma, 2005).*

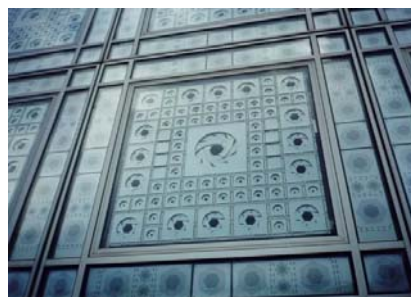


*Esempi di Schermature fisse in metallo; (fonte: europaconcorsi.it)*

Pertanto, per garantire la regolazione della luce naturale e la protezione dal sole, si può ricorrere all'uso di sistemi schermanti a lamelle.

L'impiego di questi ultimi incide positivamente sul valore del fattore solare in funzione delle proprietà spettrofotometriche di riflessione, trasmissione e di assorbimento del materiale costituente lo schermo, della geometria dello schermo (forma, angolazione delle lame) e dall'angolazione del sole. Il fattore che influenza maggiormente la prestazione di uno schermo è la riflessione, altrettanto importanti sono il colore e la finitura superficiale (materiale opaco o traslucido). Quando le lame frangisole sono parzialmente aperte le proprietà spettrofotometriche dello schermo vengono modificate a causa di un fenomeno di interflessione tra le lame stesse, le quali hanno il compito di impedire il passaggio del flusso incidente diretto e di rifletterlo sotto forma di radiazione diffusa verso il soffitto dell'ambiente interno: un'inclinazione dei frangisole tale da garantire un effettivo aumento della componente di riflessione è di solito compresa tra i 45° ed i 60° rispetto alla normale al piano del vetro<sup>40</sup>. Ad incidere fortemente sulle prestazioni energetiche del serramento è, inoltre, l'orientamento della finestra (vedi par.1.2) e la collocazione dello schermo rispetto alla superficie vetrata.

In base a quest'ultima si possono distinguere due tipologie: schermi esterni e schermi interni.



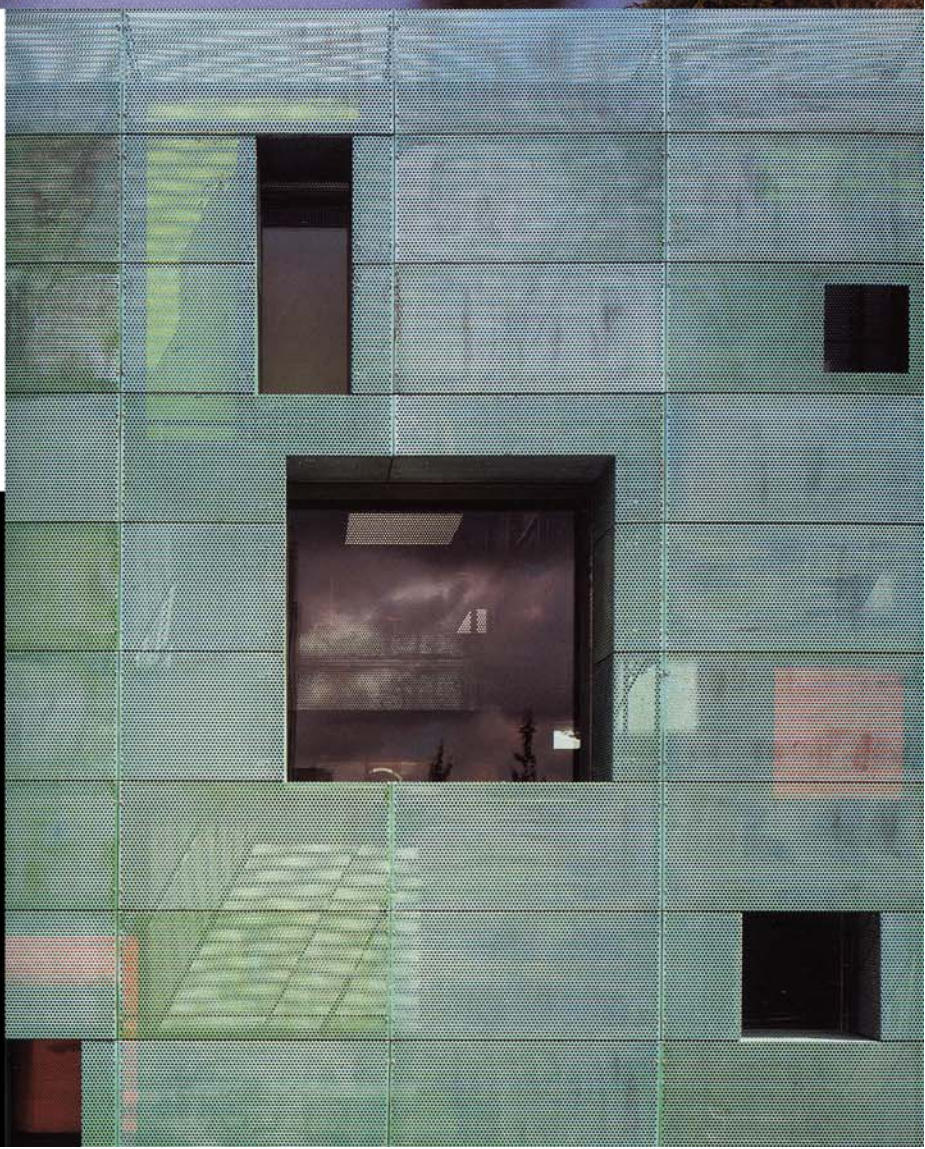
*Istitute du Monde Arabe a Parigi\_Jean Nouvel; (fonte:www.jeannouvel.com)*

<sup>40</sup> Cfr. *Energia e Serramenti: gli apporti solari*, cit





**Sarphatistraat Uffici**  
**Amsterdam\_Steven Holl Architects**  
 Esempio di schermi fissi realizzati con pannelli  
 in alluminio forato quali elementi connotanti la  
 composizione architettura.  
 (fonte:archweb.it)







#### **Residenze in Rue de Suisse\_Parigi\_Herzog e De Meuron (1996-2000)**

La tecnica adottata nel prospetto dei due edifici consiste nello sdoppiamento dell'involucro architettonico.

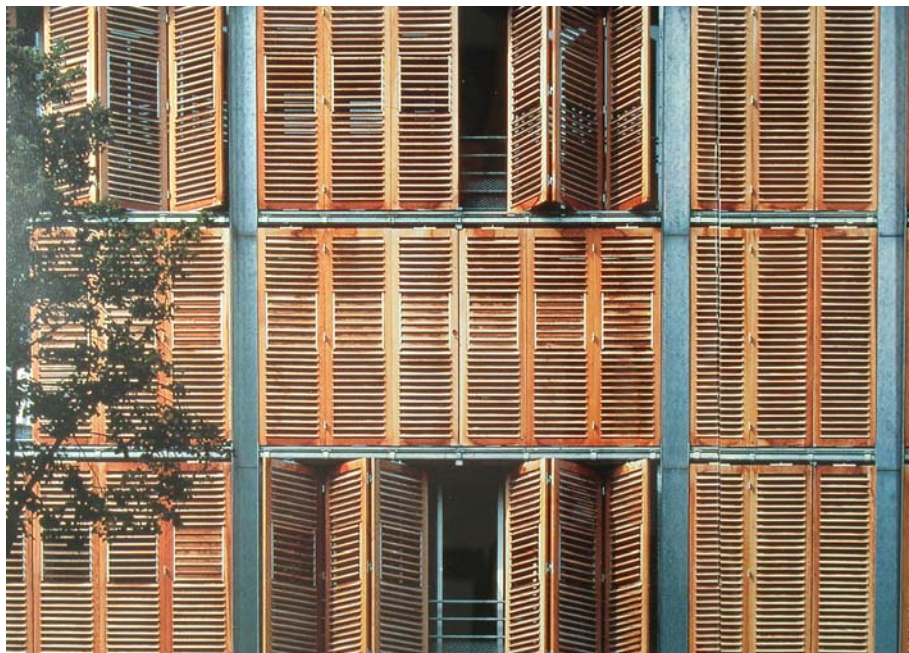
Il piano di chiusura verticale è posto all'esterno, come una seconda pelle.

Nel primo esempio, ossia l'edificio su Rue de Suisse, l'elemento oscurante è costituito da pannelli in alluminio "plissettato" dell'altezza dell'interpiano con apertura a libro. Il pannello è forato con diverse intensità.

Nel secondo esempio, ossia l'edificio nella corte è connotato da un sistema di tapparelle a rullo in legno che scorrono lungo dei binari verticali dal profilo sinuoso "concavo/convesso". Tale forma è il risultato di una serie di successivi studi in funzione degli agenti atmosferici. (fonte: Casabella)

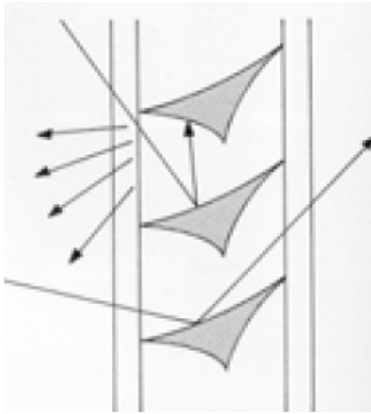






*Les Thermes\_Jean Nouvel; (fonte:www.jeannouvel.com)*

Di norma sono i sistemi esterni ad offrire i vantaggi più alti riducendo l'effetto del riscaldamento solare, dovuto all'irraggiamento, del 90%, mentre i sistemi interni hanno un'efficacia fino a circa l'80%. Nel primo caso l'irraggiamento solare viene intercettato esternamente e l'intercapedine ventilata, che si crea tra schermo e faccia esterna dell'infisso, permette per convezione, di limitare l'aumento della temperatura superficiale del vetro stesso. Nel secondo caso il surriscaldamento della lama d'aria, compresa tra faccia interna del vetro e schermo, ne determina un aumento della temperatura superficiale. Il calore assorbito dal vetro viene in parte



*Vetri Okasolar, (fonte: Quadra, n.2, 2000).*

reirraggiato verso l'interno dell'ambiente confinato e a sua volta riflesso dagli stessi schermi<sup>41</sup>.

Tuttavia, i sistemi esterni possono avere lo svantaggio di aumentare i costi di manutenzione essendo sottoposti all'azione degli agenti atmosferici e dei raggi solari che ne riducono la durata. Ad esempio sistemi come le veneziane risentono della spinta dei venti per cui non possono essere usati in edifici molto alti. In questi casi si può preferire un ulteriore strato di vetro come protezione contro il vento (doppia facciata).

In alternativa, in commercio sono disponibili sistemi di veneziane o tende inseriti nell'intercapedine tra le due lastre di vetro, noti come *vetri okasolar*. A seconda delle caratteristiche dello schermo interno essi si distinguono in *vetri okatech*, con una rete metallica tra i due strati di vetro; *okawood*, con l'inserito di griglie di legno; *okacolor*, con cui è possibile fissare sul vetro immagini a colori. Lo svantaggio di questi vetri consiste, però, nella necessaria sostituzione di tutto il sistema in caso di cattivo funzionamento.<sup>42</sup> Tra le realtà in evidenza in questa direzione è del 2007 la proposta di Vetroventilato. Si tratta di un brevetto internazionale in cui l'infisso è costituito da due camere e da una veneziana posta nella prima camera. Quando per effetto dell'irraggiamento si scalda la veneziana e il calore passa nell'ambiente interno si mette in moto un meccanismo di ventilazione interna posto nella seconda camera, azionato da una ventola gestita da centralina elettrica, che aspira l'aria calda nell'ambiente e introduce aria pulita.

<sup>41</sup> Infine non va dimenticato che gli schermi solari interni, di colore bianco, riflettono verso la faccia interna del vetro una elevata quantità di energia che determina un aumento della temperatura superficiale del vetro che, in alcuni casi, può andare incontro a rotture per shock termico. Cfr. "Energia e Serramenti: gli apporti solari", *cit.*

<sup>42</sup> La protezione solare, in questi casi, si trova nel piano di tenuta della facciata per cui la quota di calore assorbita viene in parte rilasciata verso l'esterno in parte verso l'interno. Quando la tenda o la veneziana è abbassata può servire ad ombreggiare l'ambiente interno ma nell'intercapedine l'aria può riscaldarsi notevolmente. Ad aumentare è inoltre anche la pressione che determina una tensione meccanica sulle lastre che va contrastata con l'uso di vetri stratificati o attraverso l'unione al perimetro. Cfr. "Energia e Serramenti: gli apporti solari", *cit.*

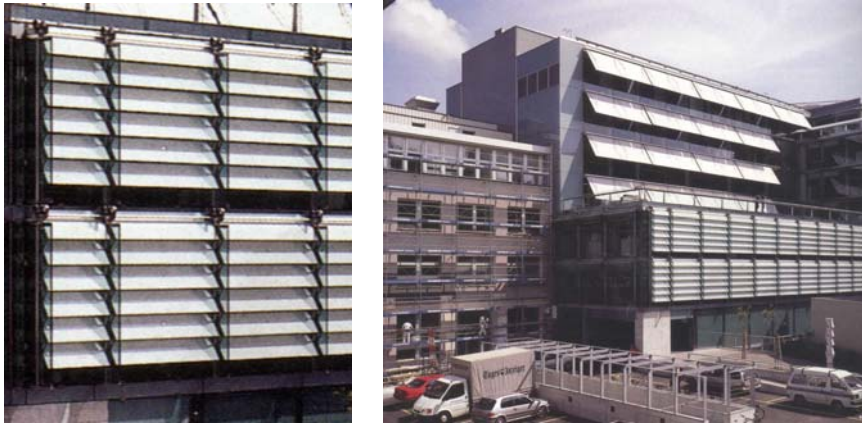




*Fondation Cartier a Parigi\_ Jean Nouvel; (fonte:archdaily.com)*

Un breve cenno si deve fare anche per i sistemi schermanti costituiti dai tendaggi. Oggi, infatti, le tende oscuranti sono migliori di quelle prodotte in passato perché realizzate con resistenti teli in poliestere e con pellicole riflettenti poste sulla parte rivolta verso l'esterno in modo da garantire la riduzione della dispersione termica invernale. Inoltre, esse sono in tessuto filtrante, caratterizzate da varie intensità di trasmissione della luce, fino all'oscuramento totale. Per realizzare un controllo ottimale della luce e del calore, si può abbinare ad una tenda oscurante interna, una parasole all'esterno. Posizionare, infatti, una tenda all'esterno migliora la protezione dal calore, riducendo la temperatura interna dai 5 agli 8 gradi. Inoltre, si può scegliere una tenda microforata, in modo da non occultare la vista esterna.

Molto efficaci ed economicamente vantaggiose sono, inoltre, le tende a lamelle orizzontali e inclinabili che possono essere regolate secondo l'angolo d'incidenza della luce diretta. Anch'esse, per consentire l'ingresso della luce, sono formate da lamelle perforate che conferiscono agli ambienti interni una luce smorzata anche quando sono chiuse. Negli edifici amministrativi sono in uso anche tende bipartite. Le lamelle della parte superiore riflettono la luce al soffitto e quest'ultimo la riflette nella profondità dell'ambiente. Le lamelle della parte inferiore sono, invece, regolabili individualmente secondo le esigenze degli utenti. Un altro sistema è costituito dalle tende tessili ribaltabili che sono estraibili tramite un meccanismo azionato a mano con una manovella o con un motorino elettrico. Gli impianti elettrici possono essere collegati ad un sistema



*Edificio amministrativo a Zurigo; (fonte: Wienke U., Aria – Calore- Luce, Il comfort ambientale negli edifici, DEI, Roma, 2005)*

di regolazione automatica centrale (regolazione che avviene secondo le diverse condizioni di sole e di vento).

Una parte dell'innovazione tecnologica, legata alla regolazione delle prestazioni energetiche dell'involucro contemporaneo, è dovuta alla realizzazione e all'adozione di nuovi materiali trasparenti. Essi possono essere suddivisi per caratteristiche in: passivi, attivi e ad alte prestazioni. I materiali passivi (pannelli prismatici, LCP, profili FISH, profili OKASOLAR, a microreticoli ecc...) sono quelli che, grazie semplicemente alla forma, modificano la quantità di energia ottica ed energetica proveniente dalla radiazione solare in funzione dell'inclinazione della stessa, come i sistemi appena descritti. I materiali attivi sono ad esempio i vetri cromogenici, i vetri fotocromici, i vetri termocromici ed elettrocromici, ecc, (definiti sinteticamente in tab.1), in grado di modificare la quantità di energia trasmessa in funzione di stimoli esterni forniti al sistema, che possono provenire da corrente impressa, gradiente di temperatura o variazione di energia solare incidente. I materiali ad alte prestazioni (aereogel, TIM), infine, sono quelli in grado di soddisfare, grazie a proprietà intrinseche, la maggior parte dei requisiti di comfort. Quest'ultimi sistemi sono ancora in fase sperimentale e non sono prodotti per la grande distribuzione.



*Vetri elettrocromici: modificano la loro trasparenza tramite impulsi elettrici; (fonte: Quadra, n.2, 2000.)*

**TABELLA 1**

**Vetri cromogenici** variano le proprietà fisico-chimiche e ottiche a seguito dell'applicazione di un campo elettrico o dell'esposizione alla radiazione luminosa o termica. I materiali cromogenici, sono in grado di modificare le loro proprietà ottiche – a seconda delle condizioni interne gestite dall'utente o esterne in funzioni delle dinamiche climatiche – grazie a particolari proprietà fisico-chimiche che permettono una trasformazione da strato trasmittente ad uno parzialmente riflettente. La corrente elettrica comanda minuscoli cristalli depositati sulla superficie della lastra, i quali si orientano in modalità differenti modificando la trasmissione luminosa. Si tratta dunque di un 'vetro intelligente' in quanto modifica le condizioni di illuminazione e temperatura diminuendo i consumi energetici all'interno degli ambienti.

**Vetri fotocromatici:** a composizione chimica modificata con l'aggiunta di sensibilizzatori ottici (alogenuri o materie plastiche). Operano il controllo dinamico dell'energia solare modificando autonomamente le proprietà cromatiche in funzione dell'intensità della radiazione solare. L'intensità della colorazione, proporzionale alla temperatura, è provocata dalla differenza di assorbimento spettrale tra vetro e sostanze aggiuntive. Il fenomeno è attivato direttamente dall'esposizione alla radiazione solare, e il passaggio da trasparenza a opacità impiega da 10" a 1' 30". Più lento il processo inverso.

**Vetri termocromatici:** hanno struttura composta. Il fenomeno si basa sul controllo selettivo dell'energia solare mediante il cambiamento di fase degli strati basso-emissivi. Un vetro ad alto coefficiente di riflessione luminosa è rivestito da più strati di deposito basso-emissivo che consentono di regolare la temperatura di cambiamento di fase (solitamente tra 10 e 19 °C). Il materiale è trasparente a temperature inferiori, mentre a temperature superiori il ridotto flusso di energia radiante opacizza il materiale. Il sistema è autoregolante, il tempo di reazione è dell'ordine di 10-9 s.

**Vetri elettrocromatici:** le proprietà ottiche del vetro variano gradualmente in funzione di un segnale elettrico comandato da un operatore esterno. Il comando elettrico può essere manuale o programmato nelle 24 ore. Consumo: c.ca 2 W·m-2. Una volta raggiunto, lo stato viene conservato anche mantenendo inattivo il campo elettrico. Per tornare alla condizione iniziale, è necessario produrre un impulso elettrico di segnale opposto.



## 2.1 Il serramento come filtro selettivo degli scambi energetici tra ambiente interno ed esterno

Le linee di ricerca attuali considerano il serramento come un complesso sistema filtro selettivo capace di interagire con i campi di forze esterni trasformandoli in risorse per la riduzione dei consumi energetici dell'edificio (estivi ed invernali). Inoltre, l'infilso deve garantire il comfort degli utenti attraverso il controllo delle condizioni microclimatiche interne.

Il principale "motore" delle recenti innovazioni nel settore dei serramenti, come si è detto, è costituito dall'emergenza ambientale. Nel settore dei serramenti i due ambiti strategici di indirizzo dello sviluppo sono infatti, attualmente, le nuove norme relative alla certificazione energetica<sup>1</sup> e la marcatura CE (che recepisce la norma UNI EN 1435-1: 2006)<sup>2</sup>, entrambe finalizzate ai miglioramenti prestazionali per la riduzione dei consumi di risorse. La nostra società è ad altissimo consumo di energia come dimostrano i black-out energetici e i cambiamenti climatici: due chiari segni dell'incapacità dell'ambiente di assorbire ulteriormente i consumi e di fornire nuove risorse<sup>3</sup>. A livello internazionale, come più volte accennato, siamo nel post Kyoto e a poca distanza dall'ultimo summit sui cambiamenti climatici tenutosi a Copenaghen<sup>4</sup>. Gli obiettivi definiti in questi ultimi vertici richiedono un nuovo approccio nel settore delle costruzioni ex-novo e delle ristrutturazioni edilizie,

---

<sup>1</sup> Dpr n. 59 del 2 aprile 2009 recante il Regolamento che definisce le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici. Si tratta del Regolamento che attua l'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del Dlgs 192/2005 e successivo 311/2006, concernente il recepimento della direttiva europea 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

<sup>2</sup> La norma UNI EN 1435-1: 2006 prevede le caratteristiche prestazionali per le finestre e le porte pedonali esterne in relazione alle prove iniziali del tipo (ITT), al factory production control e stabilisce le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformity Expectancy) un'attestazione apposta dal fabbricante (o dall'importatore) con cui si dichiara che il prodotto è stato realizzato seguendo le procedure previste dalle norme e risponde ai requisiti essenziali. Tale norma pubblicata nel 2006 è diventata effettiva nel febbraio del 2009. Da quella data non è più possibile commercializzare il prodotto nella Comunità Europea se sprovvisto di marcatura CE. La norma recepisce le indicazioni riportate nella Direttiva 89/106/CE sui Protocolli da Costruzione e recepita in Italia con il DPR 246/1993 e successive modifiche ed integrazioni.

I sei requisiti essenziali sanciti dalla Direttiva sono:

1. Resistenza meccanica e stabilità
2. Sicurezza in caso di incendio
3. Igiene, salute ed ambiente
4. Sicurezza all'impiego
5. Protezione contro il rumore
6. Risparmio energetico ed isolamento termico

<sup>3</sup> Secondo sofisticati studi l'atmosfera è in grado di assorbire 1 o 2 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno per individuo mentre le emissioni pro-capite sono di circa 3,2 tonnellate e il numero sale a 7,5 in Italia e 20 tonnellate negli Stati Uniti. Gli esperti sostengono che entro il 2050 le emissioni si devono ridurre del 45-60% per impedire un pericoloso cambiamento dell'equilibrio del sistema climatico esistente.

<sup>4</sup> La conferenza di Copenaghen ha esaltato le differenze di approccio ai temi ambientali fra 192 paesi intervenuti, facendo emergere interessi contrapposti e diverse speranze futuro.

collocando al centro dell'attenzione l'efficienza energetica<sup>5</sup> e la sostenibilità ambientale degli interventi. Nell'ottica di "riconvertire" in termini energetici il cospicuo patrimonio immobiliare, le prestazioni dell'involucro edilizio sono fondamentali in quanto permettono di conseguire miglioramenti in termini di risparmio energetico in fonte primaria fino al 50%<sup>6</sup>. La finestra è sempre stata un punto critico dell'edificio sia sul piano costruttivo, in quanto il vano interrompe la continuità della parete, sia dal punto di vista tecnologico, in quanto elemento in grado di aprirsi e di chiudersi, a seconda delle esigenze degli utenti, modificando, in questo modo, le prestazioni energetiche dell'involucro stesso<sup>7</sup>. Inoltre, come si è già detto, nel bilancio energetico dell'edificio l'infilso è causa di circa 1/3 dei consumi per il riscaldamento<sup>8</sup>.

TIPOLOGIA DI FINESTRA	VALORE $U_w$	CONSUMO STIMATO ANNUO DI COMBUSTIBILE IN LITRI PER OGNI M <sup>2</sup> DI FINESTRA
Finestre vecchie con vetro semplice	4,5	50 l/m <sup>2</sup>
Finestre vecchie con vetro doppio	2,9	32 l/m <sup>2</sup>

Tabella 1

Allo scopo di limitare le dispersioni, la risposta del settore del serramento è stata quella di puntare sul raggiungimento di livelli prestazionali sempre più alti nell'isolamento termico e nella tenuta, fino a raggiungere risultati spesso competitivi anche con quelli dell'involucro opaco. L'attuale tecnologia del vetro, ad esempio, offre alte prestazioni oltre la trasparenza, legate alle *performances* energetiche e di comfort raggiunte dalla ricerca e dalla

<sup>5</sup> I risultati dell'analisi dell'International Energy Agency, mostrano come sia l'efficienza energetica, nelle diverse forme indicate, la voce che più incide nella riduzione delle emissioni (43%) e quindi dei consumi, seguita dalle rinnovabili (21%), dalla generazione con cattura e confinamento della CO<sub>2</sub> (19%), dalla sostituzione di combustibili nei settori di uso finale (11%) e dal nucleare (6%). (Fonte: Rapporto Energia e Ambiente ENEA del 2007).

<sup>6</sup> Un involucro efficiente, in termini di resistenza termica, riduce notevolmente il consumo energetico per la climatizzazione invernale: si stima che il risparmio di energia in fonte primaria conseguibile con interventi di miglioramento della prestazione energetica dell'involucro sia dell'ordine del 40-50% in termini di kWh/m<sup>2</sup> anno, a seconda della tipologia edilizia e delle zone climatiche. E si possono ottenere notevoli risultati di comfort e considerevoli risparmi sino al 70/80% delle spese familiari per il riscaldamento e per il raffreddamento. Cfr. Valentini G., *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2007*, ENEA, Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile.

<sup>7</sup> Cfr. Giacchetta A., Magliocco A., *Progettazione sostenibile*, Carocci editore, Roma, 2007, pag. 214.

<sup>8</sup> Cfr. Pasetto G. – CNR IVALLSA, da Promo legno, atti del Convegno, Milano 2009.

sperimentazione: si è in presenza di elevati contenuti tecnologici e “*di prestazioni “invisibili” nascoste dal solo dato evidente della trasparenza*”<sup>9</sup>.

Lo stesso si può dire per i telai, in cui le innovazioni tecnologiche sono individuabili nelle sezioni dei profili. La questione ambientale chiama in causa quella del comfort e degli impatti ambientali. Inoltre, oggi, la domanda degli utenti si articola con maggiore chiarezza in termini di qualità, di maggiori livelli prestazionali e di contenimento dei costi economici, ambientali e sociali. Nessuno acquisterebbe una automobile con alti consumi, bassi livelli di comfort e costi elevati<sup>10</sup>. Infatti il mercato dell'edificio di qualità non è più una nicchia e il settore dei serramenti, rispetto ad altri come ad esempio quello dei materiali di isolamento, è più esposto alla domanda dell'utente, che è sicuramente più informata nella scelta degli infissi rispetto a quella di un cappotto termico. Per questo motivo, la produzione punta su infissi non solo altamente performanti ma anche dal design accattivante. Mentre è auspicabile che lo sviluppo futuro, per soddisfare le esigenze dell'utenza, sempre meno generalizzabili, raggiunga livelli di flessibilità e di adattabilità del prodotto sempre più alti senza aggiungere eccessiva complessità al sistema.

### *Evoluzione concettuale e prestazionale del serramento*

I primi esempi di finestre, come si è detto, erano piuttosto rudimentali, in quanto in un unico elemento, si concentravano le prestazioni di controllo del flusso termico, delle radiazioni luminose e del passaggio dell'aria. Progressivamente il serramento si è dotato di dispositivi tali da aumentarne le prestazioni funzionali come quelli preposti all'apertura e alla chiusura. Oltre al legno, che era il materiale di base con cui si fabbricavano le finestre, si sono diffusi altri materiali come i metalli, e in epoca più recente, il pvc. La ricerca e la sperimentazione di sagomature sempre più elaborate, insieme all'adozione delle guarnizioni, hanno migliorato notevolmente le prestazioni di tenuta all'aria e all'acqua. I successi dell'industria del vetro (l'avvento del vetrocamera, e di vetri ad alte prestazioni energetiche) hanno perfezionato il controllo del flusso termico. Le modalità di apertura diversificate hanno consentito di regolare il passaggio dell'aria anche attraverso aperture parziali. Esse, infine, si sono moltiplicate consentendo di combinare più movimenti tra loro. Dunque, se per l'industria del vetro l'evoluzione è dipesa dagli

---

<sup>9</sup> Cfr. Cucinella M., “La progettazione integrata degli edifici”, in Losasso M., (a cura di), *Progetto e Innovazione*, Clean Edizioni, Napoli, 2005, pag.63.

<sup>10</sup> Cfr. Cucinella M., *op. cit.*





*Laban Centre for Contemporary Dance\_Herzog & de Meuron*  
*In questo progetto pannelli di policarbonato colorato si alternano a superfici trasparenti*  
*vetrate arretrate rispetto all'involucro. (fonte:www.pushpullbar.com)*

avanzamenti della tecnica e della ricerca in campo della chimica e della fisica, per il serramento l'evoluzione è stata legata ad un modo diverso di concepire il suo stesso ruolo nell'edificio. Il serramento presenta, quindi, diversi dispositivi, alcuni dei quali per il controllo delle radiazioni luminose (frangisole, tende), altri per il passaggio dell'aria, altri ancora per il controllo della visibilità, oppure presenta la combinazione di due o più di questi elementi. A queste funzioni "base", inoltre, se ne possono aggiungere altre a seconda delle prestazioni richieste al serramento: per esempio integrazione con sistemi di captazione solare attiva o passiva e/o con impianti di domotica. Non si tratta più della "semplice" finestra, ma di un sistema *a funzione differenziata in cui le diverse prestazioni, quali ad esempio il passaggio di calore, piuttosto che quello dell'aria o della luce, non si sommano obbligatoriamente*; in esso invece convivono diversi elementi, più o meno integrati nello stesso dispositivo, comunque complementari tra loro, in grado di migliorarne le prestazioni<sup>11</sup>.

Non esiste più, dunque, un unico modo di rispondere a esigenze specifiche, ma la possibilità per il progettista di far variare il prodotto finale a seconda che i requisiti funzionali siano soddisfatti in maniera separata o integrata. Tucci ridefinisce le categorie prestazionali dell'involucro trasparente, introducendo il *decalogo delle prestazioni innovative degli involucri eco-efficienti*, dove l'attenzione è focalizzata sui flussi interno-esterno:

1. controllo e interazione energetica passiva e attiva con l'irraggiamento solare;
2. controllo e graduazione dell'illuminazione naturale;
3. controllo e graduazione della ventilazione naturale;
4. accumulo termico per massa e trasformazione in calore delle radiazioni solari;
5. controllo dell'isolamento termico e regolazione delle dispersioni di calore;
6. controllo e graduazione delle relazioni percettivo-visive;
7. controllo e graduazione dei fattori acustici;

<sup>11</sup> Cfr. Giacchetta A., Magliocco A., *op.cit*, pag.213.

8. controllo e graduazione del livello igrometrico dell'aria;
9. controllo della qualità dell'aria e dell'inquinamento gassoso e pulviscolare;
10. barriera contro le precipitazioni atmosferiche.<sup>12</sup>

*"L'involucro architettonico, da elemento-barriera prevalentemente protettivo si è evoluto, nella recente ricerca e sperimentazione tecnologico-architettonica contemporanea, in un complesso sistema-filtro selettivo e polivalente, in grado da una parte di ottimizzare le interazioni tra microambiente interno e macroambiente esterno (e viceversa) al mutare delle condizioni climatico ambientali (...) e dall'altro di rispondere sempre più in senso "intelligente" agli stessi mutamenti culturali, sociologici, psicologici, del modo di vivere i rapporti con tali fattori micro e macro ambientali da parte dei fruitori dell'architettura "involucrata"<sup>13</sup>.*

La ricerca scientifica e la sperimentazione in architettura hanno lavorato moltissimo, negli ultimi anni, sull'involucro, sia nella direzione dell'eco-efficienza<sup>14</sup>, direzione tracciata dagli accordi internazionali più volte citati, potenziando il comportamento termico, sia nella direzione di involucro quale strumento privilegiato per la comunicazione, potenziando l'aspetto dell'informazione e delle suggestioni legate alla creazione di superfici variamente caratterizzate<sup>15</sup>.

Il serramento, in quanto parte delle chiusure verticali è coinvolto pienamente in queste ricerche che partono proprio dal riconsiderare la definizione di involucro da chiusura a filtro selettivo.

Nello stesso saggio *"Involucro Ben Temperato"*, Tucci indaga sul ruolo energetico ed ecologico della *"pelle"* degli edifici, recuperando la concezione dell'involucro di Reyner Bahnam.

A quest'ultimo si deve la definizione di *"ambiente ben temperato"* per indicare un organismo edilizio che, al pari degli esseri animati, vive e produce scambi con l'ambiente esterno. L'immagine dell'involucro come *"pelle"* o *"membrana"* vuole evidenziare proprio questa natura sensibile e viva di una parte dell'edificio. Per assolvere a tale ruolo il progetto dell'involucro deve essere un progetto di *"interazione ambientale"*: Boaga, nel suo *"Involucro Architettonico"*, uno dei primi testi sull'argomento, parla di interazione ambientale, definendola sul piano tecnologico-architettonico-costruttivo, in

---

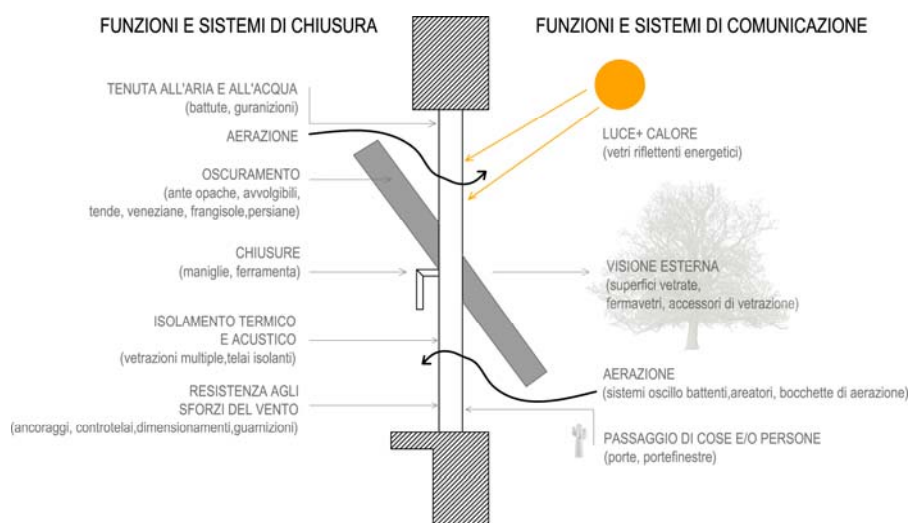
<sup>12</sup> Cfr. Tucci F., *Involucro ben Temperato*, cit., pag. 46.

<sup>13</sup> Ivi, pag. 31.

<sup>14</sup> *"E' ecoefficiente un organismo edilizio, un sistema architettonico, un prodotto tecnologico, quando le alterazioni morfologiche, strutturali e funzionali indotte sul sistema ambientale, per tutto il ciclo di vita dell'oggetto (approvvigionamento, produzione, consumo e smaltimento) siano riequilibrate naturalmente; quando si ottiene un risparmio energetico (di estrazione, produzione e trasporto...) e di impiego di materie prime e quando sia garantita la salute psicofisica degli operatori".* Cfr. Tucci F., *Involucro ben Temperato*, cit.

<sup>15</sup> Cfr. Tatano V. (a cura di), *Oltre la trasparenza. Riflessioni sull'impiego del vetro in architettura*, Officina, Roma, 2008.

## 2.1 Il serramento come filtro selettivo degli scambi energetici tra ambiente interno ed esterno



Schema delle principali funzioni del serramento; (fonte: Mariella Mosca, elaborazione grafica)

termini di ruoli, configurazioni e prestazioni, e sul piano “culturale”, in senso antropologico, funzionale, sociale ed educativo.

L'involucro architettonico deve, cioè, entrare in relazione reciproca con le risorse naturali disponibili in un dato luogo: dati climatici, forma fisica, contesto culturale, sociale e antropologico.

*“La Carta Solare per L'Energia solare in Architettura e Pianificazione Urbana”* redatta a cura di Thomas Herzog, recita a tal proposito *“le risorse naturali disponibili in un certo luogo, specialmente sole, vento e geotermia, potrebbero essere utilizzate per la climatizzazione degli edifici per riflettersi nella stessa concezione del programma e della forma”*<sup>16</sup>.

Pertanto nel progetto del serramento le prestazioni tradizionali di tenuta e di isolamento concorrono a realizzare una qualità architettonica aggiuntiva: le fonti esterne e interne separate dal serramento realizzano scambi energetici e sensoriali allo scopo di garantire il comfort degli utenti e la riduzione dei consumi energetici, assolvendo allo stesso tempo a compiti di coerenza architettonica e di espressione di significato dell'architettura.

La progettazione efficiente dell'involucro permette di massimizzare le prestazioni passive e di minimizzare gli sprechi ponendo le basi per lo sviluppo futuro di progetti in campo energetico. Per una progettazione efficiente dell'involucro si dispone di una vasta gamma di materiali e soluzioni tecniche: tra questi il settore dei serramenti (seguito dai componenti elettrici e dal cemento) ha registrato la maggiore crescita trainata in alcuni casi dall'export, in altri dalla capacità di produrre innovazioni<sup>17</sup>. Volendo delineare un quadro di sintesi dei possibili approcci al processo di ottimizzazione

<sup>16</sup> Cfr. Herzog T., *Carta per l'Energia solare in Architettura*, edito da Prestel Verlag, Munich-London-New York, 2007, trad. it. A. Battisti e F. Tucci.

<sup>17</sup> Cfr. CRESME, *Il bilancio delle Costruzioni 2007*. Le industrie produttrici di materiali, impianti e macchine, novembre 2007.



dell'involucro trasparente, concentrando l'analisi sul ruolo dei serramenti, si illustrano di seguito gli obiettivi, i progetti e le soluzioni sulla base dei vettori dell'energia: calore, freddo, luce, aria<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Cfr. AA.VV., Atlante della Sostenibilità, cit., pag.85.

## 2.2 Prestazioni energetiche dei serramenti in inverno: isolamento termico e captazione solare

Il bilancio termico di un edificio si basa sul saldo tra dispersioni e guadagni di calore. Le dispersioni avvengono per perdite di calore dovute alla conduzione e alla ventilazione<sup>19</sup> (tab.2). I guadagni termici possono avvenire grazie ad apporti gratuiti legati a fonti interne come il calore prodotti dai corpi luminosi, la presenza umana, il riscaldamento per illuminazione e attraverso le superfici trasparenti dell'involucro per effetto dello sfruttamento passivo della radiazione solare (effetto serra). L'ottimizzazione di questo rapporto, attraverso le proprietà dell'involucro, deve portare ad una riduzione delle perdite a fronte della massimizzazione dei guadagni.

PERDITE	GUADAGNI
Perdite di calore per conduzione	Guadagni solari passivi
Perdite di calore per ventilazione	Guadagni interni

Tabella 2

L'indicatore della prestazione termica dell'involucro è la trasmittanza termica (U; unità di misura  $W/m^2K$ ) che indica la quantità di calore che attraversa l'involucro, quando vi sia una differenza di temperatura tra l'interno ( $T_i$ ) e l'esterno ( $T_e$ ).

Anche la quantità di immissione di aria fredda attraverso i ricambi d'aria rappresenta un fattore di dispersione la cui entità aumenta all'aumentare dei ricambi d'aria. Pertanto, per migliorare il comportamento termico invernale dell'involucro si dovranno controllare diversi aspetti:

1. Geometria e superficie dell'involucro;
2. Isolamento termico;
3. Captazione solare;
4. Perdite per ventilazione;

In questo quadro, il ruolo del serramento, data la sua natura di componente multifunzionale, è piuttosto complesso. Infatti, in quanto involucro trasparente,

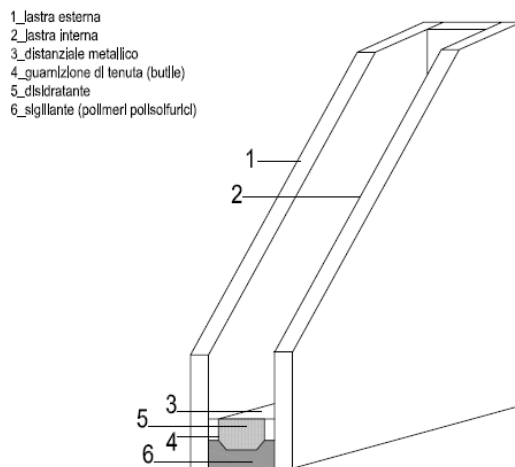
<sup>19</sup> Il processo di passaggio del calore attraverso l'involucro dell'edificio è chiaramente individuato da un punto di vista teorico da diversi tipi di fenomeni:

- *conduzione*: trasmissione di calore tra due corpi a diversa temperatura per contatto diretto, in questo caso non si ha trasferimento di massa;
- *convezione*: trasmissione di calore per mezzo dello spostamento di masse gassose o liquide a diversa temperatura;
- *irraggiamento*: trasmissione di calore per mezzo di radiazione elettromagnetica tra due corpi a diversa temperatura;
- *infiltrazione-exfiltrazione*: trasmissione di calore tra esterno ed interno dovuta al passaggio dell'aria attraverso aperture, fessure e giunti dell'involucro;
- *evaporazione*: cessione di calore per mezzo del cambiamento di stato da liquidi a quello gassoso;
- *condensazione*: trasmissione di calore attraverso il cambiamento di stato da liquido a gassoso: ad esempio nel caso del vapor d'acqua con la condensazione viene ceduta energia termica all'ambiente. Cfr. *Energie e Serramenti: gli apporti solari, cit.pag.2.*

al serramento è demandato il compito di sfruttare il calore proveniente dal sole. In quanto componente mobile, esso è responsabile (e in questo soprattutto l'utente) delle dispersioni di calore che avvengono per la ventilazione degli ambienti interni. Infine, in quanto elemento tecnico di discontinuità dell'involucro, il serramento è luogo di ponti termici per cui è necessario controllare la messa in opera e scegliere serramenti con una buona tenuta agli agenti atmosferici. Nell'affrontare singolarmente questi compiti si descrivono di seguito le diverse possibilità offerta dal panorama della produzione degli infissi.

### *Prestazioni del vetro*

A seconda della zona climatica e degli obiettivi del progetto si possono effettuare diverse scelte tecniche che vanno dal singolo vetro, ormai proponibile solo nei casi di locali depositi o non abitati, ad isolamenti molto più sviluppati grazie all'impiego di gas saturi o di stratificazioni di vetro (tab.3). Infatti, nel caso di un singolo vetro la resistenza termica risultante è molto bassa e quella conduttiva praticamente trascurabile. Passando ai doppi vetri, il grado di isolamento può migliorare notevolmente a seconda del tipo di vetro e del riempimento dell'intercapedine. I vetri più usati, oggi, sono i vetrocamera. Essi sono composti da almeno due o più lastre separate da un'intercapedine riempita d'aria o di gas ed uniti con una cornice, di solito metallica, contenente sali igroscopici in grado di assorbire l'eventuale umidità ed incollati perimetralmente con prodotti che ne assicurano la tenuta. Quelli a due lastre con camera d'aria hanno una trasmittanza termica  $U$  di circa  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , insufficiente per gli edifici ad alta efficienza energetica; per contenere le perdite di calore entro un livello ammissibile dovrebbero avere almeno una trasmittanza  $U < 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



(fonte: Mariella Mosca, elaborazione grafica)



TIPO DI VETRO	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K)
Doppio vetro intercapedine aria 12 mm	3
Doppio vetro con film selettivo	1,7 - 2,1
Triplo vetro intercapedine aria 12 mm	2,1 - 2,2
Vetro semplice	4,5

Tabella 3

L'introduzione dei vetri isolanti o "vetri camera" risale all'inizio degli anni '70. Da allora la tecnologia del vetro ha messo a punto specifiche soluzioni per migliorarne la resistenza termica. Tali strategie tecnologiche di controllo delle prestazioni termiche del vetro possono essere riassunte come proposto di seguito:

- *aumento dello spessore dell'intercapedine*: l'ampiezza dell'intercapedine può essere ottimizzata tra i 12 e i 16mm; oltre questo valore l'eccessivo aumento degli scambi convettivi all'interno dell'intercapedine annulla la miglior resistenza termica offerta dall'aria;
- *introduzione dei rivestimenti basso-emissivi*: nei sistemi a più strati, quali doppi vetri e tripli vetri, la resistenza termica è determinata dallo scambio termico delle intercapedini di aria tra le lastre che costituisce ben il 60% del totale. Per ridurre l'interscambio si adoperano alcuni sottili strati di materiali dielettrici e metalli alternati, la cui principale caratteristica è quella di essere trasparenti nel visibile e altamente riflettenti nel lontano infrarosso. Questo trattamento superficiale permette di raggiungere un'emissività pari a 0,04, molto bassa rispetto a quella di un vetro non trattato, che è pari a 0,84; inoltre si può ridurre la trasmissione per irraggiamento di circa il 90%. Se il deposito metallico viene applicato su entrambe le superfici esposte l'efficacia dell'intervento viene maggiorata; altrimenti l'uso di rivestimenti basso-emissivi sulla faccia interna della prima lastra (faccia 2) è efficace come filtro alla radiazione solare in climi caldi ed è anche detto vetro a controllo solare (solar control); se il rivestimento è applicato sulla faccia esterna della seconda lastra (faccia 3) permette di massimizzare i guadagni solari in inverno ed è anche chiamato vetro a "isolamento termico" (heat mirror)<sup>20</sup>.

Vi sono anche soluzioni in cui la pellicola basso emissiva è tesa nel mezzo del vetrocamera in modo da ostacolare i moti convettivi oltre a ridurre gli scambi radiativi.

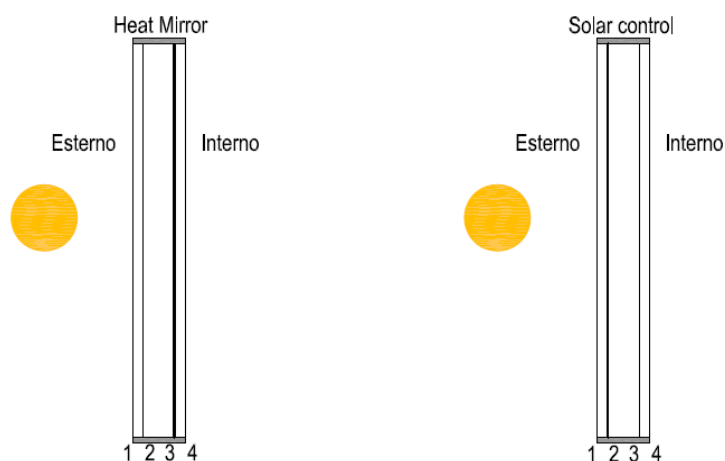
- *introduzione di gas inerti con bassa conducibilità*: all'interno delle intercapedine tra due lastre si innesca un movimento di aria che determina il flusso di energia dalla lastra calda a quella fredda. Con il riempimento con argon od altri gas inerti, tipo krypton, freon, ecc. che presentano bassa conduttività ed alta viscosità, il trasporto termico diminuisce. Si tratta di gas atossici, incolori e inodori. L'Argon è anche economico, mentre il Krypton pur

<sup>20</sup> Cfr. Dama A., Pagliano L., "Vetri ad alte prestazioni energetiche", in *Il Progetto Sostenibile*, n.6, 2005, pag.60

avendo maggiori prestazioni è più costoso. In entrambi i casi l'effetto del gas è rilevante solo se è già presente un rivestimento basso-emissivo.

- *riduzione del moto convettivo all'interno dell'intercapedine*: lo scambio di calore per convezione può essere ridotto compartimentando l'intercapedine per mezzo di setti realizzati in materiale plastico trasparente, oppure con l'introduzione di materiali isolanti trasparenti e traslucidi allo stato di gel.
- *realizzazione del vuoto all'interno dell'intercapedine*: l'intercapedine può essere completamente o parzialmente svuotata del suo contenuto d'aria fino al raggiungimento della pressione assoluta pari a  $1/10000000$  atm al fine di aumentarne la resistenza termica diminuendo gli scambi radiativi e annullando gli scambi convettivi tra le lastre. Per evitare, però, che le lastre distanti 0,3-0,5mm collassino a causa della depressione, è necessario disporre, come nel caso precedente, dei sistemi di separazione (*pillars*). Queste finestre raggiungono una trasmittanza di 0,6-0,8  $W/m^2K$  e hanno un aspetto esteriore simile a quello di un doppio vetro normale.

La combinazione di due o più di queste soluzioni fa variare notevolmente il valore della trasmittanza termica. Vetrate isolanti riempite ad argon, krypton, xeno, o miscele di questi gas hanno in media un coefficiente di trasmissione termica di 1,0- 2,2 $W/m^2K$ . Vetri isolanti con due intercapedini, formati da tre lastre, e riempimento a gas inerti hanno coefficienti di trasmissioni tra lo 0,5-0,8  $W/m^2K^{21}$ . I tripli vetri tuttavia hanno lo svantaggio di assorbire una maggiore quantità di luce e dunque di essere poco trasparenti. Molta importanza è data, per valutare questo aspetto, al "fattore solare" del vetro g ossia la percentuale di energia che attraversa il vetro rispetto a quella incidente. Esso è la trasmittanza solare globale somma della trasmittanza solare diretta  $\tau_e$  più una quota dell'energia assorbita nello spessore del vetro che viene ritrasmessa verso l'interno per convezione e irraggiamento.



(fonte:rielaborazione da Dama A., Pagliano L., "Vetri ad alte prestazioni energetiche", in *Il Progetto Sostenibile*, n.6, 2005, pag.65)

<sup>21</sup> Cfr. AA.VV., *Atlante del Vetro*, cit. pag.75.

## Capitolo 2

### Prestazioni



(fonte: Teresa La Femina, archivio fotografico)

Tale valore dovrà essere il più alto possibile nelle vetrature a sud: nelle case passive è intorno a 50%. In tabella 4 sono confrontati i valori della trasmittanza termica al variare degli spessori delle lastre e dei riempimenti dell'intercapedine e i valori del fattore solare o fattore energetico.

TIPOLOGIA	VALORE U (W/mqK)	VALORE g (%)
3 LASTRE DI VETRO ISOLANTE A BASSA EMISSIVITA' (2X11mm KRYPTON)	0,6-0,7	45-53
3 LASTRE DI VETRO ISOLANTE A BASSA EMISSIVITA' (2X16mm ARGON)	0,7-0,8	45-53
3 LASTRE DI VETRO ISOLANTE A BASSA EMISSIVITA' (2X7mm XENON)	0,5	41
3 LASTRE DI VETRO ISOLANTE A BASSA EMISSIVITA', EXTRACHIARO (KRYPTON)	0,7	60
2 LASTRE A BASSA EMISSIVITA' E 1 LASTRA DI CRISTALLO ALL'ESTERNO	0,8	52

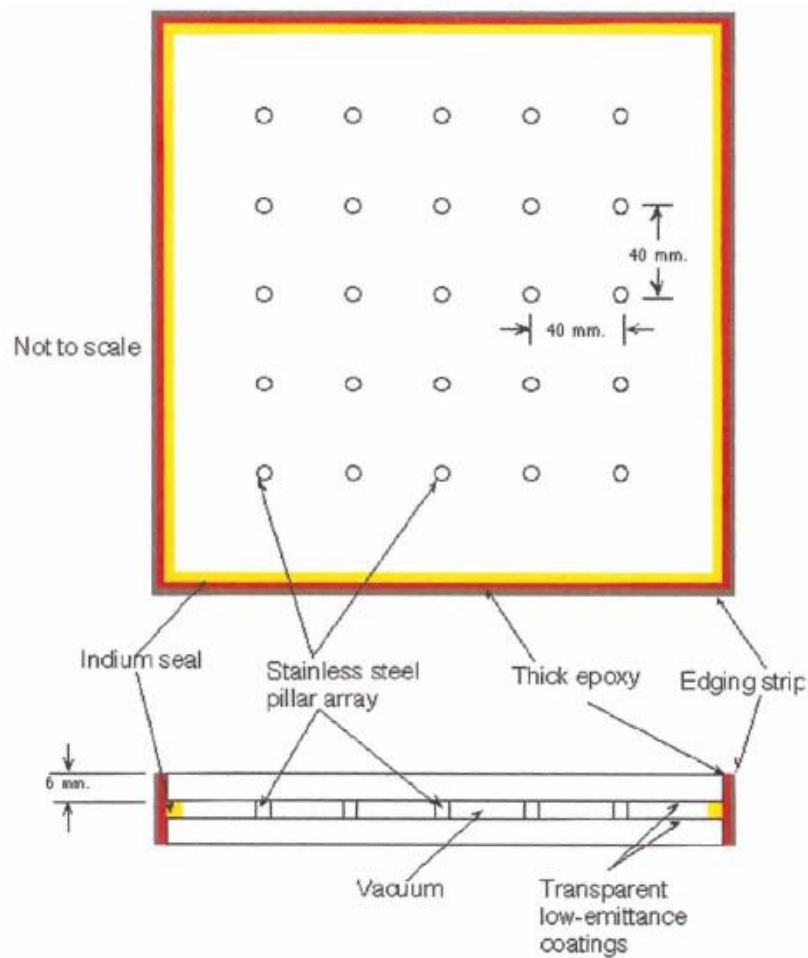
Tabella 4 (fonte: rielab. da Attilio Carotti (a cura di), *La casa passiva in Europa*, edito da Libreria Clup, Milano, 2002)

Sul mercato si stanno diffondendo anche i vetri quadrupli con valori di U paragonabili a quelli di una parete opaca fino a 0,3 W/m<sup>2</sup>K, mentre sono ancora in fase di sviluppo sistemi di vetri sottovuoto i quali, pur con uno spessore molto ridotto, riescono a garantire alte prestazioni di isolamento termico.

I vetri già realizzati hanno una trasmittanza di soli 0,2 W/(m K) circa e valori g intorno a 0,5, ma non sono ancora in commercio. In futuro, questi vetri consentiranno il riscaldamento degli edifici unicamente con la luce solare, capaci anche in condizioni di cielo coperto e con temperature esterne molto basse di procurare apporti solari netti<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Cfr. Wienke U., *Aria – Calore- Luce, Il comfort ambientale negli edifici*, DEI, Roma, 2005.



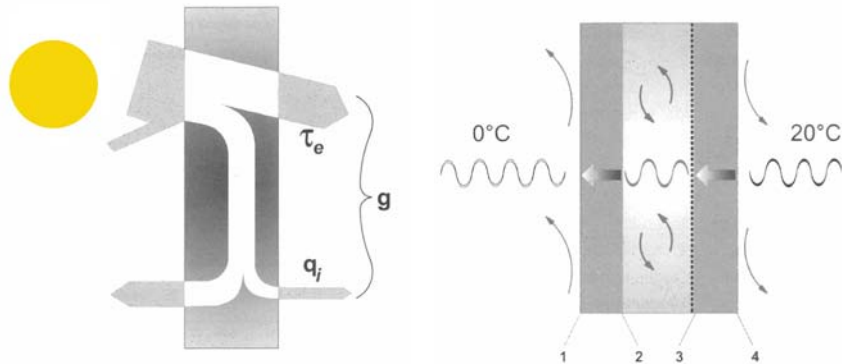


*Disposizione dei pillars per sostegno delle lastre evacuate; (fonte: Tucci F., L'involucro ben Temperato, cit., pag. 139)*

Allo scopo di confrontare i valori di riferimento di alcune vetrate per edifici a basso consumo energetico si riporta una tabella di sintesi tratta da Wienke (tab.5). L'ultimo valore il  $\tau$  è la trasmittanza luminosa, ossia la frazione della radiazione solare incidente che viene trasmessa dal vetro calcolata con la curva spettrale della risposta visiva dell'occhio umano, ossia quanta luce si è effettivamente in grado di percepire<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Cfr. Dama A., Pagliano L., *op. cit.* pag. 61.

## 2.2 Prestazioni energetiche dei serramenti in inverno: isolamento termico e captazione solare



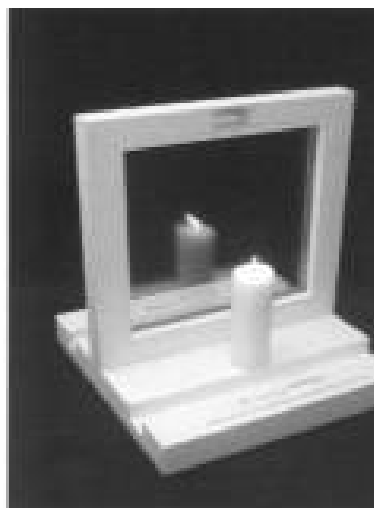
*Il fattore solare  $g$  è la somma della trasmittanza solare diretta e della frazione di energia assorbita dal vetro ritrasmessa verso l'interno per convezione e radiazione*

*Scambi termici attraverso un doppio vetro. Gli scambi convettivi e la propagazione per conduzione possono essere ridotti attraverso l'impiego di gas nobili come il Krypton e l'Argon*

*(fonte: rielab. da Dama A., Pagliano L., op. cit., pag.62)*

In conclusione si può affermare che se l'apporto energetico passivo del sole è correttamente utilizzato valgono le seguenti tendenze di comportamento termico dell'edificio:

- il consumo di energia aumenta, in modo più o meno proporzionale, all'aumentare della superficie vetrata se si utilizza un vetro singolo;
- il consumo di energia non aumenta all'aumentare della superficie vetrata se si utilizza un vetro camera;
- il consumo di energia diminuisce all'aumentare della superficie vetrata se si utilizza un vetro camera basso emissivo<sup>24</sup>.



*Vetro gas cromico; vetro sottovuoto; (fonte: Wienke U., Aria – Calore- Luce, Il comfort ambientale negli edifici, DEI, Roma, 2005)*

<sup>24</sup> Cfr. *Energia e serramenti: gli apporti solari*, op.cit.

VALORI DI RIFERIMENTO DI ALCUNE VETRATE PER EDIFICI A BASSO CONSUMO ENERGETICO					
Tipo di vetro	Sequenza (mm) vetro-intercapedine- vetro	Gas	U (W/mK)	g	$\tau$
VI 3	(4 + 8 + 4 + 8 + 4)	aria	2,2	0,69	0,74
VI 3	(4 + 12 + 4 + 12 + 4)	aria	2,0	0,69	0,74
VI 3	(4 + 18 + 4 + 18 + 4)	aria	1,9	0,69	0,74
VIR 2	(4 + 12 + 4)*	aria	1,6-1,8	0,62-0,70	0,68-0,78
VIR 2	(4 + 18 + 4)*	aria	1,5-1,7	0,62-0,70	0,68-0,78
VIR 2	(4 + 12 + 4)	argon	1,4-1,5	0,62-0,70	0,68-0,78
VIR 3	(4 + 8 + 4 + 8 + 4)*	aria	1,4-1,5	0,53-0,62	0,64-0,71
VIR 3	(4 + 12 + 4 + 12 + 4)*	aria	1,0-1,1	0,53-0,62	0,64-0,71
VIR 3	(4 + 8 + 4 + 8 + 4)*	argon	1,0-1,2	0,53-0,62	0,64-0,71
VIR 3	(4 + 12 + 4 + 12 + 4)*	argon	0,8-0,9	0,53-0,62	0,64-0,71
*	dipende dal tipo del rivestimento IR ( $\eta = 0,08-0,15$ )				
U	coefficiente di trasmissione termica globale (W/mK)				
g	trasmissione solare globale				
$\tau$	trasmissione luminosa				
VS	vetro semplice				
VD	vetro doppio				
VI	vetro isolante				
VIR	vetro con rivestimento infrarosso				

Tabella 5. (fonte:rielab.da U. Wienke, Aria - Calore- Luce, cit).

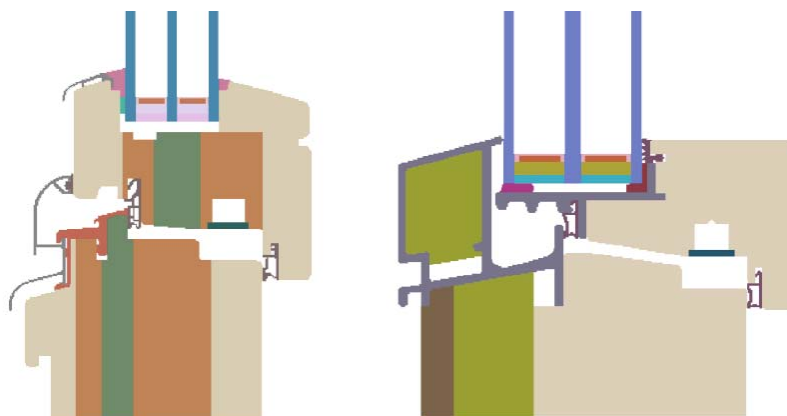
*Prestazione del telaio*

Il valore della trasmittanza termica U delle finestre ( $U_w$ )<sup>25</sup> si compone dei valori specifici del vetro ( $U_g$ ) e del telaio ( $U_f$ )<sup>26</sup>.

<sup>25</sup>  $U_w$  dove  $w$  = Window

<sup>26</sup> In particolare la norma UNI EN 10077-1 definisce quali termini prendere in considerazione per caratterizzare la prestazione termica corrispondente:

- la trasmittanza termica del vetro,  $U_g$  [W/(m<sup>2</sup>K)], con valori ottenuti a test;
- la trasmittanza termica del profilo,  $U_f$  [W/(m<sup>2</sup>K)], con valori ottenuti a test;
- la trasmittanza termica lineare del bordo vetro,  $\Psi_g$  [W/(mK)], con valori definiti dalla norma;



### *Telai a confronto*

*primo caso: stratificazione per aumentare la coibentazione;*

*secondo caso: si riduce l'altezza del telaio per ottenere una maggiore superficie a vetro*

*(fonte: promo legno.it)*

Ad incidere, infatti, sul valore finale della trasmittanza termica sono le caratteristiche del telaio (il tipo di materiale, lo spessore, il taglio termico), il tipo di vetro (vetro singolo, vetrocamera con aria o con gas, spessore dell'intercapedine), le guarnizioni. Molto importante è poi la posa del serramento che deve evitare la formazione di ponti termici.

I contributi dei diversi componenti al valore di trasmittanza termica del serramento sono i seguenti: Telaio: 38%; Vetrata: 47%; Giunto telaio/vetrata: 15%.

L'influenza del telaio varia a seconda dello spessore, del tipo di materiale, della tecnologia e delle stratificazioni contenute nella sezione dei profili. I telai delle finestre, come si è detto, sono costruiti in legno, alluminio, acciaio o in PVC (cloruro di polivinile) e hanno una trasmittanza  $U$  compresa tra 1,5 e 2,0  $W/m^2K$  (vedi tab.5), troppo alta per essere adatta ad edifici a basso consumo energetico. Per soddisfare le esigenze di questi ultimi, oggi, l'industria produce numerosi tipi di telai con alte prestazioni termiche<sup>27</sup>.

Le soluzioni più innovative riguardano l'aumento di spessore, la stratificazione delle sezioni per migliorare la coibentazione e va verso la produzione di serramenti "senza telaio".

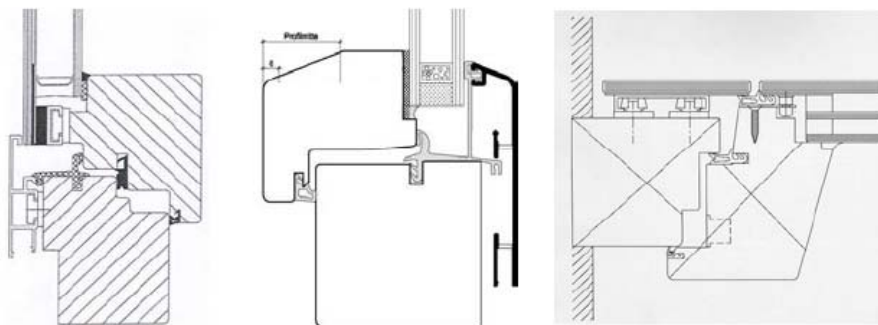
- 
- la superficie opaca del serramento costituita dal profilo,  $A_f$  [ $m^2$ ];
  - la superficie della vetrata,  $A_g$  [ $m^2$ ];
  - la lunghezza del bordo vetro,  $L_g$  [m]

il valore di trasmittanza termica del serramento finito  $U_w$  è definito dalla norma stessa come:

$$U_w = (A_g * U_g + A_f * U_f + L_g * \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

<sup>27</sup> Cfr. 1.3





*Esempi di Telaio legno – vetro; (fonte: promo legno.it)*

In riferimento alla prima questione, si può affermare che le sezioni dei telai sono passate dalla misura base di 50mm ai 75-90mm fino ai 115mm negli infissi per le case passive.

La questione della stratificazione varia a seconda del tipo di materiale e quindi va, come sarà approfondito nel par. 2.5, dal taglio termico per i profili in materiale metallico, all'introduzione di isolanti naturali quali, ad esempio, il sughero per i telai in legno, all'uso delle schiume poliuretatiche nei telai in legno-alluminio, ecc.

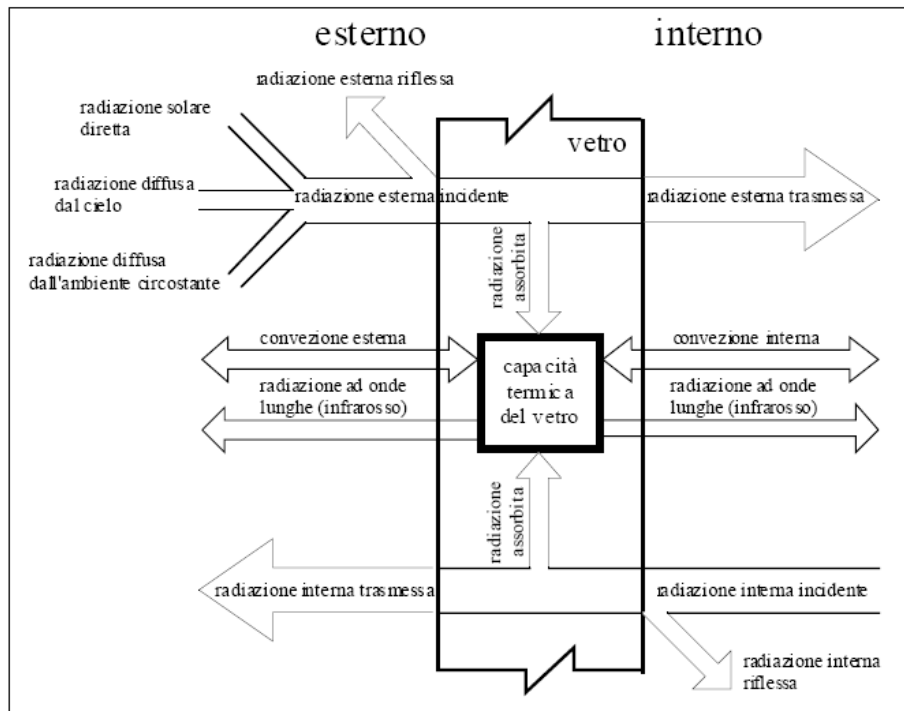
Infine, allo scopo di ridurre le dispersioni attraverso i profili, che nelle case tradizionali costituiscono il 20-40% della superficie dell'infisso, l'innovazione va verso la riduzione di questi ultimi fino al 10% della superficie totale del serramento.

TRASMITTANZA TERMICA DI MATERIALI DIVERSI	
MATERIALI DEI PROFILI	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M <sup>2</sup> K)
Legno (spessore 60 mm)	1,5 - 1,6
Alluminio senza taglio termico	5,2 - 5,8
Alluminio con taglio termico	2,9 - 3,9
PVC una camera	2,4
PVC 2-3 camere	1,6 - 1,9

*Tabella 5*

### 2.3 Prestazioni energetiche del serramento in relazione al controllo solare

Il comfort termico nei mesi caldi prevede la protezione degli utenti dall'eccesso di calore. L'edificio, infatti, in quanto riparo dell'uomo dall'esterno, deve garantire una adeguata protezione dalle condizioni ambientali e dunque, tanto dal freddo quanto dal caldo. In particolare i guadagni solari, trattati al punto precedente, sono positivi se valutati nei mesi invernali ma diventano un elemento di discomfort igro-termico riferiti alla



*Le funzioni del vetro per il controllo dell'apporto energetico solare; (fonte: 'Energia e Serramenti: gli apporti solari', in Quadra, n. 4, 1998)*

stagione calda. A tal proposito, va notato che l'uomo ha una capacità di difesa dal freddo migliore di quella dal caldo, anche se in estate la differenza tra la temperatura ideale e quella reale è più bassa.

La necessità di comfort estivo, inoltre, rapportata al tema del risparmio energetico assume un'importanza enorme soprattutto se si considera che, fino ad ora, questa esigenza ha comportato il ricorso ad uso sempre più diffuso di impianti di climatizzazione meccanica.

Il ruolo dell'involucro, e in particolare dell'involucro trasparente, invece, deve essere quello di svolgere la funzione di mediatore termico e garantire una condizione di benessere senza l'uso di condizionatori meccanici che risultano piuttosto complessi e costosi.

La temperatura interna è influenzata dai carichi termici attivi che possono provenire da fonti esterne o interne. I carichi termici interni sono quelli che in inverno producono i guadagni gratuiti e sono legati alla presenza umana, alle apparecchiature elettroniche e luminose e alle attività svolte nei vari ambienti

della casa (in cucina il carico termico ad esempio è più alto). Usare una tecnologia efficiente come lampade a basso consumo energetico, computer a risparmio energetico, ecc. può ridurre il carico termico interno. I carichi termici esterni, invece, si distinguono in: conduzione termica, irraggiamento termico e surriscaldamento legato ad una errata ventilazione interna.

### *Conduzione termica*

Per effetto della conduzione termica<sup>28</sup>, quando in estate la temperatura esterna è più alta di quella interna, si ha un flusso di calore in ingresso che produce un discomfort termico. Per controllare questo flusso valgono gli stessi accorgimenti adoperati per evitare le dispersioni di calore in inverno, ossia più basso è il valore della trasmittanza termica dei serramenti (U) maggiore sarà l'opposizione all'ingresso di calore.

Per ridurre i consumi energetici per la climatizzazione estiva risulta fondamentale attenuare i valori massimi di temperatura negli ambienti e ritardare l'immissione di energia termica negli stessi, spostandola verso le ore notturne quando la temperatura dell'aria esterna è più bassa e il fenomeno del reirraggiamento raffredda rapidamente le superfici esterne.

### *Riduzione del calore per irraggiamento*

La quantità di calore in ingresso attraverso le finestre rappresenta la voce di maggior peso sul bilancio energetico estivo dell'edificio. Tale dato fa comprendere, pertanto, quanto sia necessaria un'accurata progettazione delle superfici vetrate e dei sistemi di schermatura.

Un sistema di vetri per il controllo solare è costituito dai vetri sabbiati, colorati e specchiati. Ciascuno di essi presenta, però, dei limiti. Infatti, i vetri colorati bloccano parte della radiazione solare incidente assorbendola, per cui si surriscaldano e successivamente riversano parte del calore accumulato nell'ambiente interno. I vetri specchiati respingono la radiazione solare riflettendola verso l'ambiente esterno e gli edifici circostanti. Inoltre, tutti questi tipi di vetri sacrificano una grossa fetta della radiazione luminosa.

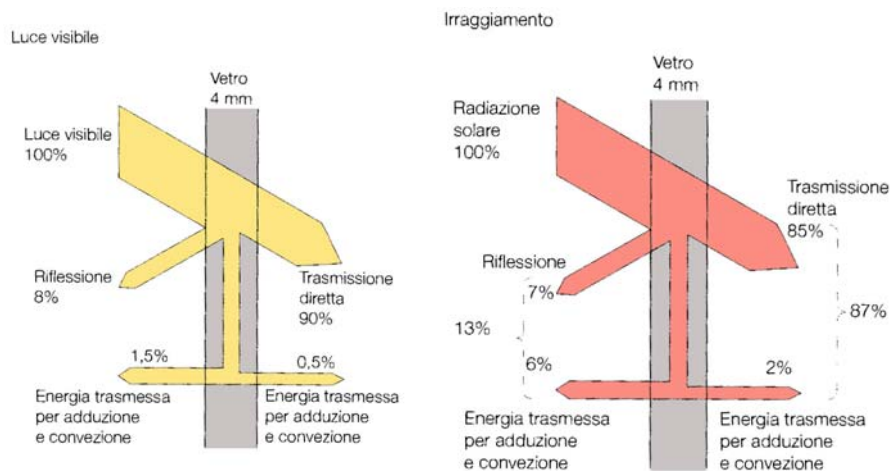
I vetri selettivi o anche detti *solar control*, invece, sono un sistema di vetri che consente di riflettere circa il 40% della radiazione solare vicino all'infrarosso senza rinunciare all'ingresso della luce naturale. Essi posseggono uno strato superficiale metallico/riflettente che, attraverso fenomeni di interferenza ottica, selezionano la radiazione visibile, riflettendo gran parte della radiazione infrarossa (ossia la componente "calda"). La loro efficienza è quantificata dal valore del fattore solare (g) che abbiamo già definito al punto precedente. In questo modo, si tiene fuori dall'edificio circa metà della radiazione solare che d'estate riscalda l'ambiente interno e si riducono i consumi per il

---

<sup>28</sup> La conduttività o conducibilità termica ( $\lambda$ ) (W/(mK)) di un materiale indica il flusso di calore che, in condizioni stazionarie, passa attraverso uno strato unitario di materiale in presenza di una differenza unitaria di temperatura tra le due facce opposte del materiale considerato. La conduttività dipende dalla porosità (densità) e dal contenuto igrometrico del materiale.

condizionamento estivo. I vetri spettralmente selettivi si distinguono in *soft coating* e *hard coating* a seconda della tecnica di deposizione dello strato metallico e le proprietà meccaniche del rivestimento. I primi, generalmente più selettivi (*LSG* fino a 2), hanno lo stato metallico più delicato per cui esso deve essere protetto all'interno del vetrocamera (faccia 2). Gli *hard coating* sono solitamente ottenuti con tecniche a caldo (pirolisi) e possono essere esposti anche all'esterno (faccia 1). Nei processi a freddo sia la prestazione di bassa emissività che quella di selettività spettrale sono ottenute con la deposizione di strati metallici, principalmente d'argento, pertanto questo tipo di vetro selettivo risulta anche basso emissivo e quindi adatto sia al controllo solare che a quello termico<sup>29</sup>.

Le schermature parasole rivestono enorme rilevanza nella regolazione del calore, perché in estate un edificio progettato senza schermature, si surriscalda facilmente. In particolare esse devono consentire in estate, l'esclusione della luce diretta, mentre in inverno, non devono ostacolare la captazione degli apporti solari. Nel corso di tutto l'anno, inoltre, devono garantire un'ottimale illuminazione naturale senza fastidiosi abbagliamenti. L'efficienza delle schermature dipende dal tipo, dalla posizione e dalla adattabilità alla variabilità della luce, come si è detto nel capitolo 1 (vedi par.1.2 e 1.5)



*Energia e bilancio della luce diurna con una lastra di vetro di 4mm; (fonte:rielab. da AAVV, Atlante del vetro, cit., pag. 115)*

<sup>29</sup> Cfr. Dama A., Pagliano L., *op. cit.* pag. 65.



## 2.4 Regolazione dell'illuminazione diurna

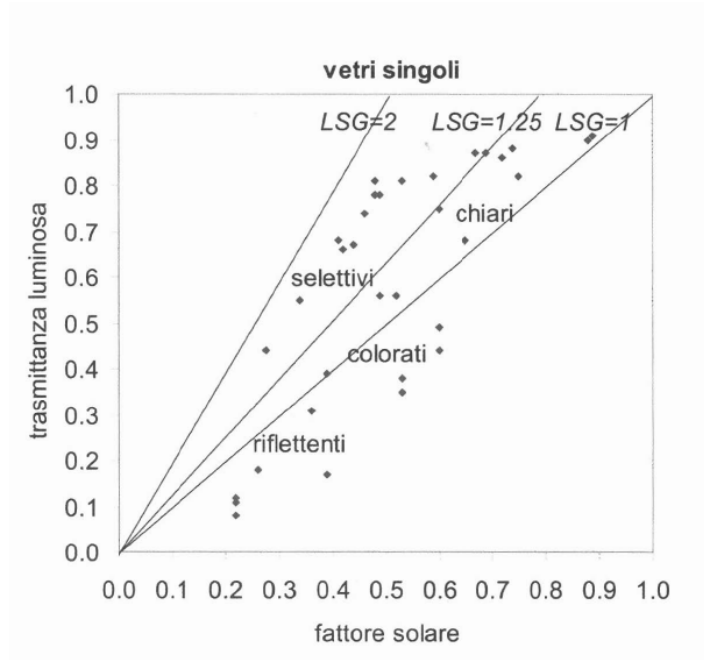
L'illuminazione diurna, come si è detto, assume un'importanza fondamentale per una progettazione energeticamente efficiente in quanto riduce l'uso di luce artificiale, riduce il surriscaldamento interno legato alla stessa, consente il risparmio di elettricità, migliora il comfort degli utenti negli spazi chiusi per effetto di stimoli alla circolazione sanguigna e della regolazione delle funzioni fisiologiche. Le finestre sono lo strumento attraverso cui si può ottimizzare la quantità di luce diurna in un ambiente. Il *daylight factor* è un parametro quantitativo, espresso in percentuale, che descrive il rapporto tra l'illuminazione misurata nel punto esaminato dell'ambiente e l'illuminamento misurato all'esterno, su una superficie solare che vede l'intera volta celeste senza ostruzioni. Il fattore di luce diurna varia percentualmente tra l'1% e il 12%, per ambienti che vanno da poco luminosi (<1%) e ambienti molto luminosi (>12%).

Come abbiamo già evidenziato, lo sfruttamento della luce naturale è strettamente connesso con quello del surriscaldamento estivo delle superfici vetrate. Perciò la gestione di entrambi, in estate, è demandata alle schermature solari come descritto al punto precedente (par.2.3.2). Inoltre, per ottimizzare la quantità di luce naturale bisogna intervenire sulla quota di superficie a vetro. Si può osservare che la relazione tra quest'ultima e l'autonomia di luce diurna non è lineare: a partire dal 50% di superficie di vetro si riducono sensibilmente gli effetti sull'autonomia di luce diurna, mentre con quote dal 70% al 90% non si hanno miglioramenti nella qualità della luce interna. L'orientamento della finestra incide sul tipo di illuminazione interna (par.1.2), per cui la migliore illuminazione proviene dalle aperture a nord che sono caratterizzate da una luminanza pressoché diffusa; a sud, per effetto dell'incidenza verticale della luce, si creano differenze di luminanza nelle aree vicino alla facciata; ad est e ad ovest bisogna considerare la posizione bassa del sole con angoli di irradiazione bassi. Anche la posizione rispetto alla parete incide sull'illuminamento, per cui è preferibile posizionare le finestre nella parte alta, ed eventualmente in diversi punti della parete in modo da captare la luce da diverse zone. Il principale parametro di valutazione dei componenti traslucidi è il grado di trasmissione luminosa  $\tau$ , che indica la quota percentuale della luce in entrata. Tale valore è in stretta correlazione con il fattore solare  $g$  ed ha un influsso pressoché lineare sul fattore di luce diurna: una superficie con  $\tau$  pari a 0,4 raggiunge solo il 50% del fattore di luce diurna rispetto a una superficie in vetro con valore  $\tau$  pari a 0,8.

Il fattore solare e la trasmittanza luminosa sono, dunque, gli indici di prestazione energetica relativi alla "luce". Essi, insieme alla trasmittanza solare diretta  $\tau_e$ , sono valori percentuali determinati secondo lo standard internazionale ISO9050 e le normative europee EN410 per le vetrazioni ed EN 13363-1 per i sistemi integrati con protezione solare.

Un indice che sintetizza le due proprietà è il *LSG* (Light to Solar Gain ratio), da alcuni produttori anche detto indice di selettività spettrale, definito come

rapporto tra la trasmittanza luminosa e il fattore solare. Scegliendo tra prodotti con elevato  $LSG$  cioè che trasmettono una percentuale elevata della radiazione luminosa incidente, ma solo una parte ridotta della radiazione totale è possibile ottimizzare le esigenze di illuminazione naturale e di contenimento degli apporti termici solari.



*Distribuzione delle principali tipologie di vetro singolo per il controllo solare in funzione delle proprietà ottiche ed energetiche principali. (fonte: Dama A., Pagliano L., op. cit)*

Vetro singolo con rivestimento	$\tau_l$	$\tau_e$	g	LSG	Emissività infrarossa
Chiaro (non rivestito)	90%	86%	88%	1,02	0,84
Basso emissivo	79%	51%	56%	1,41	0,04
Spettralmente selettivo (soaft coating)	60%	31%	32%	1,88	0,04
Spettralmente selettivo (hard coating)	56%	37%	46%	1,22	0,20

*Tabella 6. (fonte.rielab. da Dama A., Pagliano L., op. cit. pag. 61)*

### 2.5 Aerazione e ventilazione naturale

Una buona qualità dell'aria interna presuppone un numero di ricambi d'aria adeguati a seconda delle destinazioni d'uso e del numero di occupanti dell'ambiente confinato<sup>30</sup>. Affinché, tuttavia, la ventilazione produca effetti positivi e non incida sul bilancio energetico invernale ed estivo, è necessaria un'attenta progettazione dei sistemi di aerazione<sup>31</sup>. L'aerazione può essere di due tipi: naturale e meccanica.

Nell'ottica di una progettazione eco-efficiente è preferibile potenziare al massimo i sistemi passivi e dunque preferire una ventilazione interna naturale attraverso l'apertura delle finestre e l'ausilio del vento.

Il ricambio d'aria avviene, infatti, attraverso i serramenti, grazie a movimenti d'aria paralleli per differenze di temperature tra l'aria interna e l'aria esterna. In inverno, per via delle elevate differenze di temperatura tra esterno ed interno, sono sufficienti pochi minuti per ottenere un cambio d'aria completo. Quando la differenza tra temperatura esterna ed interna è uguale, l'aerazione può essere migliorata mediante ventilazione passante che sfrutta i movimenti del vento. I fattori da cui dipende la ventilazione sono la dimensione delle finestre e la disposizione sulla parete. (cfr. par.1.2)

#### *Apertura delle finestre*

In inverno, l'apertura delle finestre per il ricambio d'aria può portare all'immissione di eccessiva quantità di aria fredda e determinare dispersioni energetiche. Gli interventi preventivi da controllare sono di diverso tipo: in primo luogo si possono scegliere serramenti ad alta tenuta all'aria per limitare le dispersioni. A tale proposito, si ricorda che il ricambio d'aria naturale era garantito, in passato, dalla scarsa tenuta delle finestre e dal giunto parete-finestra che consentiva all'aria di filtrare. Il requisito del "ricambio d'aria naturale" è definito, come la capacità della finestra di garantire una ventilazione minima di 0,5 volumi/ore senza l'intervento dell'utente, quindi a finestre chiuse, per eliminare l'inquinamento indoor<sup>32</sup>. Tuttavia il ricambio d'aria è stato riconosciuto come la prima delle cause di dispersione

<sup>30</sup> L'aria è una miscela di gas composta in prevalenza di azoto (78%), ossigeno (21%), anidride carbonica (0,03%) e altri gas tra cui il vapore acqueo (da 5 a 25 gr/mc). È noto che il metabolismo e le attività fisiologiche degli esseri viventi che popolano gli edifici e in particolar modo le nostre abitazioni, modificano la composizione dell'aria ambientale. La percentuale di ossigeno decresce a causa della respirazione ed aumenta quella di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>); aumenta anche l'umidità dell'aria e si sviluppano cattivi odori. L'aria diventa viziata e, quando la concentrazione di CO<sub>2</sub> supera lo 0,07%, l'aria è esausta. La norma europea prEN 13779 distingue 4 categorie di qualità dell'aria. Secondo questa norma, per mantenere una qualità media, occorrono tra 36 e 54 m<sup>3</sup> d'aria per persona e ora. Cfr. Wienke U., *op. cit.*

<sup>31</sup> Le norme UNI 10339, UNI 10344, stabiliscono il tasso di ricambio d'aria come il rapporto tra il volume d'aria ricambiato in un'ora e il volume dell'ambiente servito. L'unità di misura è quindi m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup> h) = h<sup>-1</sup>. Un tasso di ricambio di 0,5/h significa che, in un'ora, va ricambiata la metà del volume del locale.

<sup>32</sup> Cfr. Di Sivo M., *La parete e la finestra*, Alinea editrice, Firenze, 1997, pag.197.

energetica. Pertanto, per limitare la stessa, l'innovazione tecnologica ha prodotto infissi ad alta tenuta, in cui si eliminano le dispersioni e si delega il ricambio dell'aria all'azione dell'utente. Nei casi più avanzati, esso avviene attraverso griglie di aerazione manovrabili inserite nei cassonetti. Queste ultime sono in genere griglie ad alette orientabili, posizionate nei traversi orizzontali inferiori e superiori, oppure in alto nei telai fissi o nei cassonetti. Esse hanno la funzione di ostruire, in modo variabile, un foro passante in comunicazione con l'esterno. Gli aeratori, avendo superfici di passaggio d'aria da 60 fino a 440 cm<sup>2</sup>/mtl, permettono di ventilare ambienti di ogni dimensione. Sono disponibili tipi:

- non chiudibili (con un'aerazione permanente);
- autoregolanti, con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
- controllabili dall'utente manualmente o anche elettricamente quando l'aeratore è posto molto in alto.

In quest'ultimo caso la movimentazione automatica può essere comandata:

- 1\_da sonde sensibili a gas, ossido di carbonio, umidità ecc.;
- 2\_dal funzionamento di apparecchi (se l'apparecchio è acceso l'aeratore rimane aperto e non può essere chiuso);
- 3\_da termostato o timer, per garantire l'igiene e/o ridurre i costi di gestione, favorendo il raffrescamento naturale notturno, di edifici con impianti di climatizzazione dotati di ampie superfici vetrate e quindi di elevato apporto solare.

E' possibile, inoltre, dotare il serramento di una particolare ferramenta, detta *forbice di aerazione*, che consente di regolare le aperture in inverno riducendole a delle fessure minime, di circa 8 mm, per il passaggio dell'aria.

Alcuni serramenti montano un tipo di ferramenta estate/inverno che consente di diversificare i due tipi di apertura a seconda della stagione scegliendo tra un'apertura a ribalta normale e un'apertura a ribalta controllata di ca. 40 mm:



*Esempi di ferramenta prodotta da Finstral che consente una regolazione più flessibile della ventilazione naturale a seconda delle esigenze degli utenti e nell'ottica del risparmio energetico; (fonte:Finstral.it)*

la regolazione avviene tramite la maniglia e il passaggio da un tipo di ferramenta all'altra è gestito dagli utenti, senza l'uso di attrezzi speciali.

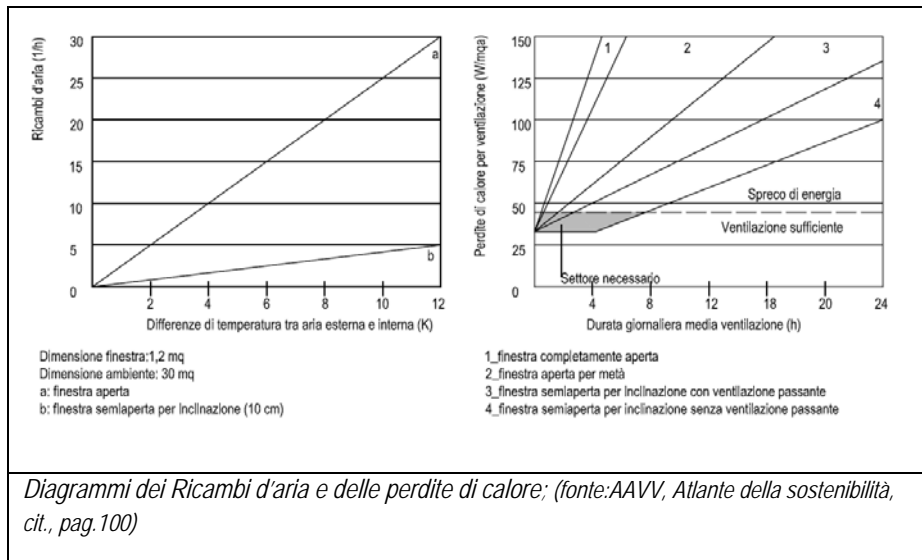


Un altro sistema, per ridurre le dispersioni per ventilazione, è legato al controllo dell'aria in ingresso, che può essere preriscaldato attraverso sistemi a doppi infissi o speciali collettori ad aria.

Infine, negli edifici residenziali e in quelli in cui la ventilazione avviene attraverso l'apertura delle finestre *"può essere ottimizzato dal punto di vista energetico il comportamento dell'utente aiutando l'utente stesso a scegliere quali elementi aprire e in che ordine procedere all'apertura."*<sup>33</sup>

Una possibilità, infatti, per sfruttare i moti convettivi dell'aria, è avere una finestra con differenti partiture e *"assetti variabili"* in grado di aprirsi in più direzioni (sportelli a ribalta, battenti, girevoli...) e in maniera diversificata a seconda della stagione<sup>34</sup>.

Le perdite di calore per ventilazione, come illustra il diagramma sottostante, dipendono da diversi parametri, quali il tempo di apertura delle finestre e il tipo di apertura del serramento.




<sup>33</sup> Cfr. AAVV, Atlante della Sostenibilità, cit. pag. 93.


<sup>34</sup> Cfr. Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura Solare, tecnologie passive e analisi costi-benefici*, Clup, Milano, 1984, pag. 169


## 2.5 Aerazione e ventilazione naturale


### Durata media di un ricambio completo d'aria

Finestra aperta e porta (o finestra) contrapposta completamente aperta (aerazione trasversale)		Inverno 2 - 4 min. Primavera/autunno 4 - 10 min. Estate 12 - 20 min.
Finestra aperta a ribalta e porta (o finestra) contrapposta aperta (aerazione trasversale)		Inverno 4 - 6 min. Primavera/autunno 8 - 15 min. Estate 25 - 30 min.
Finestra aperta e porta (o finestra) contrapposta chiusa (aerazione a colpo)		Inverno 4 - 6 min. Primavera/autunno 8 - 15 min. Estate 25 - 30 min.
Finestra aperta a ribalta* e porta (o finestra) contrapposta chiusa		Inverno 30 - 75 min. Primavera/autunno 1 - 3 h Estate 3 - 6 h

SCHEDA PRODOTTO_01	
<b>AERAZIONE</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> FINSTRAL	
<b>SISTEMA:</b> FERRAMENTA ESTATE/INVERNO	
<b>DESCRIZIONE:</b> La ferramenta estate/inverno a risparmio energetico consente di regolare l'apertura della finestra, scegliendo tra un'apertura a ribalta normale e un'apertura a ribalta controllata di ca. 40 mm. A seconda delle stagioni, si possono pertanto ottimizzare le necessità di aerazione, consentendo un notevole risparmio sulle spese di riscaldamento nei periodi più freddi dell'anno. In aggiunta, l'apertura a ribalta ridotta incrementa nettamente l'efficacia antieffrazione rispetto alla ribalta standard. La regolazione della ferramenta estate/inverno è semplice, può essere eseguita manualmente e non richiede l'impiego di attrezzi.	

SCHEDA PRODOTTO_02	
<b>AERAZIONE</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> FINSTRAL	
<b>SISTEMA:</b> AERAZIONE	
<b>DESCRIZIONE:</b> L'aerazione necessaria dell'ambiente in questo caso viene garantita dall'apertura ad anta ridotta. Tale esecuzione è particolarmente indicata in presenza di battenti molto alti, di forme speciali quali finestre oblique o ad arco, e nei casi in cui la finestra viene montata a filo muro interno.	

SCHEDA PRODOTTO_03	
<b>AERAZIONE</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> FINSTRAL	
<b>SISTEMA:</b> VENTILAZIONE MINIMA	
<b>DESCRIZIONE:</b> La funzione di aerazione limitata consente un'aerazione minima del locale grazie all'anta leggermente inclinata in posizione di ribalta. La regolazione viene semplicemente effettuata azionando la maniglia, fino a raggiungere un'apertura massima di 8 mm. Risulta particolarmente adatta per l'aerazione notturna di stanze da letto o per locali che necessitano di un costante ricambio d'aria. L'aerazione limitata non esclude la funzione della ribalta normale.	

SCHEDA PRODOTTO_04	
<b>AERAZIONE</b>	
<b>DITTA PRODUTTRICE:</b> FINSTRAL	
<b>SISTEMA:</b> BLOCCO ANTA CON CHIAVE	
<b>DESCRIZIONE:</b> Questa dotazione consente l'apertura della finestra in posizione di ribalta, impedendone l'apertura ad anta. Il suo impiego risulta particolarmente interessante per garantire la sicurezza dei bambini oppure per limitare l'apertura delle finestre nelle scuole, negli ospedali, ecc.	

**SCHEDA PRODOTTO\_05**

**AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** FINSTRAL

**SISTEMA:** FERMO ANTA

**DESCRIZIONE:** Il fermo anta limita l'apertura del battente a 90°, impedendo pertanto che la finestra si chiuda da sola. Il suo impiego risulta indicato laddove l'anta eccessivamente spalancata rischia di danneggiare il serramento stesso oppure oggetti vicini. Inoltre, il fermo anta è efficace anche in locali solitamente esposti a correnti d'aria.



**SCHEDA PRODOTTO\_06**

**AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** FINSTRAL

**SISTEMA:** CONTATTO MAGNETICO

**DESCRIZIONE:** Le finestre posizionate in una sede non direttamente accessibile possono essere azionate mediante una specifica ferramenta per sopra-luce con apertura a ribalta. Il comando può essere ad asta, ad arganello oppure motorizzato. Per le operazioni di pulizia l'anta può essere inclinata di ca. 80° sul lato interno. Le forbici disposte lateralmente in zona non visibile impediscono che l'anta possa accidentalmente sporgersi troppo in avanti. Ai fini di una più gradevole estetica, generalmente la ferramenta dell'apertura a ribalta viene dotata di cerniere a scomparsa.



**SCHEDA PRODOTTO\_07**

**AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** REYNAERS

**SISTEMA:** GRIGLIA DI VENTILAZIONE\_VENTALIS

**DESCRIZIONE:** Ventalis è il profilo per la ventilazione installato sulla parte superiore delle finestre e porte, collocate negli ambienti secchi. Il profilo può essere montato in diverse configurazioni, in base alle richieste estetiche e al flusso d'aria desiderato. Le unità auto-regolanti (*in attesa di brevetto*) aprono e chiudono la presa d'aria, compensando automaticamente le differenze di pressione e mantenendo costante il flusso d'aria. Il profilo a ribalta per la ventilazione presenta 5 livelli di apertura, consentendo all'utilizzatore finale un'ottima regolazione della ventilazione, soddisfacendo svariate richieste, come la necessità di variare il flusso d'aria delle persone presenti in una stanza. In qualunque posizione, le unità auto-regolanti mantengono il flusso d'aria al livello desiderato. Le unità per la ventilazione sono repellenti agli insetti e impermeabili all'acqua.



**SCHEDA PRODOTTO\_08**

**AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** TUNAL

**SISTEMA:** GRIGLIA DI VENTILAZIONE

**DESCRIZIONE:** griglia di ventilazione inserita nel disegno della finestra





## SCHEDA PRODOTTO\_09

## AERAZIONE

DITTA PRODUTTRICE: ALDES

SISTEMA: GRIGLIA DI VENTILAZIONE

DESCRIZIONE: griglia di ventilazione inserite nel telaio o nei cassonetti



Montaggio ingresso aria nell'infisso

Montaggio ingresso aria sul cassonetto

## SCHEDA PRODOTTO\_10

## AERAZIONE

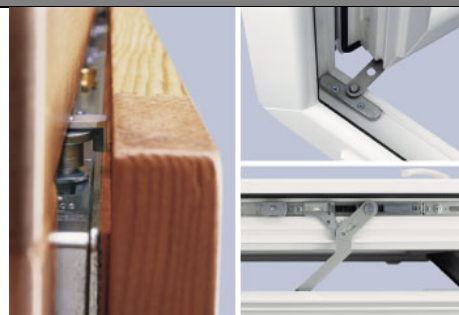
DITTA PRODUTTRICE: ROTO

SISTEMA: FORBICE DI VENTILAZIONE

DESCRIZIONE: La fessura per ventilazione garantisce una ventilazione regolare ed è semplicissima da montare anche in un secondo momento. Per le portefinestre è disponibile uno speciale cricchetto.

Grazie alla forbice di ventilazione è possibile bloccare la forbice in ogni larghezza dell'apertura in ribalta. La forbice di bloccaggio di Roto NT consente di bloccare l'anta aperta in qualunque posizione.

Ovviamente Roto NT consente di integrare nella ferramenta, anche successivamente, l'innovativo sistema elettronico della nostra serie di prodotti E-Tec per il rilevamento delle effrazioni, la gestione termostatica e della ventilazione.



## SCHEDA PRODOTTO\_11

## DOMOTICA/AUTOMAZIONE/AERAZIONE

DITTA PRODUTTRICE: VELUX

SISTEMA: INTEGRA

DESCRIZIONE: la Velux consente di integrare automatismi ai suoi serramenti per tetti presentando la finestra elettrica Integra che consente di studiare programmi differenziati come la ventilazione, l'oscuramento, con l'abbinamento di persiane esterne automatiche e tende interne plissettate per un abbattimento estivo del 95%. La persiana esterna può essere del tipo solare ossia integrata con un piccolo pannello fotovoltaico comandato da telecomando a radiofrequenza.



1. Apertura e chiusura di tutti i prodotti
2. Sistema di feedback
3. Orologio apertura/chiusura
4. Programmare finestre, tende e persiane
5. Telecomando a radiofrequenza
6. Sensore pioggia incorporato
7. Gruppi di prodotti

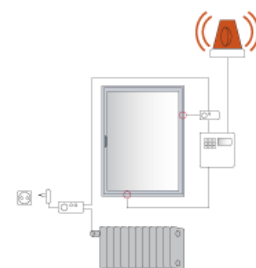
**SCHEDA PRODOTTO\_12**

**DOMOTICA/AUTOMAZIONE/AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** FINSTRAL

**SISTEMA:** CONTATTO MAGNETICO

**DESCRIZIONE:** Il contatto magnetico combinato permette di sorvegliare lo stato di apertura di finestre e porte e quindi di attivare o disattivare impianti di riscaldamento e climatizzazione nonché sistemi di allarme. Il contatto magnetico trasmette all'impianto collegato i dati relativi allo stato di apertura ad anta, a ribalta o di chiusura del serramento, consentendo di impedire sprechi d'energia o l'intrusione di ladri.



**SCHEDA PRODOTTO\_13**

**DOMOTICA/AUTOMAZIONE/AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** SCHÜCO

**SISTEMA:** TIP TRONIC

**DESCRIZIONE:** L'apertura e il blocco automatico, due funzioni note ed apprezzate già da tempo nelle auto, sono ora disponibili anche per le finestre: Schüco TipTronic è il primo sistema di finestre automatico e bloccante con possibilità di collegamento all'automazione dell'edificio. Soprattutto negli uffici, ma anche nelle case private, il comando automatico delle finestre esercita un'enorme influenza sul rendimento energetico e sul benessere. Con la funzione di aerazione "raffrescamento notturno", grazie alle finestre motorizzate è possibile far entrare l'aria fresca esterna nei locali interni, e portare gli ambienti a temperature gradevoli. Dal punto di vista della tecnica climatica, il raffrescamento notturno è una funzione "naturale" e molto economica, perché permette di rinfrescare senza costi energetici aggiuntivi.



**SCHEDA PRODOTTO\_14**

**DOMOTICA/AUTOMAZIONE/AERAZIONE**

**DITTA PRODUTTRICE:** SIEGENIA

**SISTEMA:**

**DESCRIZIONE:** La siegenia propone una maniglia a motore: apre e chiude, fa scorrere l'anta e consente di scegliere da un telecomando il tipo di apertura. La sicurezza è garantita da un sistema antischiacciamento con limitazione di corrente.



## 2.6 Inclusione degli usi tra le prestazioni energetiche del serramento

Nel presente capitolo si è delineato il ruolo attuale del serramento per l'efficienza energetica dell'edificio attraverso una lettura delle prestazioni energetiche, sia nella situazione estiva che in quella invernale. Questo al fine di evidenziare eventuali elementi di criticità da cui partire per inquadrare il problema del contenimento energetico. Inoltre si è raccontata, con brevi cenni alle tappe fondamentali, l'evoluzione dei serramenti per delineare gli scenari di sviluppo futuri: *"Il day after"* del risparmio energetico<sup>35</sup>.

Si può dire dunque, che *"la vera rivoluzione energetica deve ancora arrivare"* come è emerso dai seminari promossi dalla IEA (International Energy Agency) alla nuova fiera di Milano<sup>36</sup>. Sostanzialmente, sono stati delineati due direzioni principali di sviluppo futuro: la prima riguarda lo studio del ciclo di vita dei prodotti per non incorrere, come già detto, nel problema di aumentare i consumi nella fase di produzione più di quanto siano ripagati nella fase di uso; l'altra strada, nella quale si inserisce questa ricerca, prospettata da Salvatore Dierna nel convegno del Sitda a Napoli<sup>37</sup>, e a livello internazionale da ricerche condotte in Canada e negli Stati Uniti<sup>38</sup>, riguarda l'integrazione del problema dell'efficienza energetica con il problema dell'efficienza dell'uso da parte degli utenti di sistemi tecnologici e di componenti dell'edificio. Connettere la questione energetica con quella degli usi consente di individuare possibili ulteriori margini di risparmio energetico. *"L'aspetto prioritario – spiega la Zanotto – riguarda la grande responsabilità che assume il fattore umano relazionato tanto al comportamento degli occupanti, quanto al design dell'edificio"*<sup>39</sup>. La questione dell'efficienza energetica riguarda, dunque, sia le tecnologie che devono diventare più efficienti, sia i consumi che devono diventare più consapevoli<sup>40</sup>.

Nell'analizzare le prestazioni energetiche del serramento si è evidenziato come le prestazioni che incidono direttamente sulla componente energetica e quelle che incidono indirettamente, collaborano in maniera "integrata" al fine di garantire un controllo energetico complessivo dell'edificio. Il serramento, si è visto, ha un ruolo centrale nel controllo dei flussi di energia sotto forma di luce e di calore, pertanto, dalle modalità di uso e di gestione dell'utenza di questo componente dipende, con esiti diversi, la determinazione delle condizioni microclimatiche e dei consumi energetici.

<sup>35</sup> Cfr. Gargiulo C., "Edilizia. "Il day after", del risparmio energetico", in *Serramenti+Design*, Tecniche nuove, n.8, 2008, pag. 51.

<sup>36</sup> I seminari si sono tenuti in occasione della *Mostra-Convegno Expo-comfort 2008*, negli spazi della Nuova Fiera di Rho. Tra i partecipanti Simone Ferrari, Monica Lavagna, Valentina Zanotto, ricercatori del Dipartimento Best del Politecnico di Milano. Cfr. Gargiulo C., *op.cit.*

<sup>37</sup> Si veda l'introduzione. Cfr. Dierna S., 'Sostenibilità e consumo delle risorse' ,in *Sitda L'invenzione del Futuro, Napoli 7-8.03.2008*, Alinea editrice, Città di Castello, Perugia, 2008, pag. 97.

<sup>38</sup> In Canada il *Cognitive Engineer Laboratory*, svolge ricerche sul rapporto tra risparmio energetico e fattore umano; in USA ci sono ricerche del MIT.

<sup>39</sup> Cfr. Gargiulo C., *op.cit.*, pag. 52.

<sup>40</sup> Cfr. Attaianesi E., "Ergonomia nella Manutenzione per una Gestione Sostenibile dell'Energia", in *Maintenance and Facility Management*, Anno 3, n.1, Gennaio-Febbraio 2009.

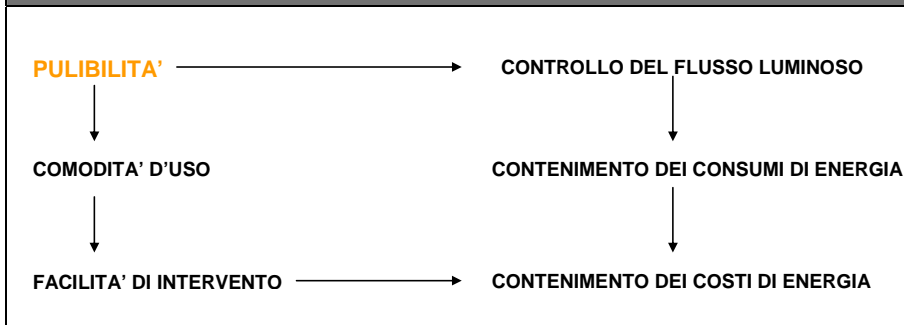
Per esempio, aprire la finestra significa ventilare l'ambiente interno, con effetti benefici sulla salute e l'igiene, ma allungare i tempi di apertura dell'infisso, nella stagione invernale, comporta un abbassamento della temperatura interna e dunque la necessità di alzare la temperatura dell'impianto di riscaldamento, il che equivale ad un aumento dei consumi e dei costi energetici. Non usare sistemi schermanti, nei periodi surriscaldati e sulle facciate maggiormente esposte, produce un innalzamento della temperatura interna e può portare alla necessità di ricorrere all'impianto di climatizzazione, con risultato analogo al caso precedente. Oppure, utilizzare gli schermi tenendoli chiusi completamente anche durante le ore di luce, può comportare un uso aggiuntivo della luce artificiale. Ancora, aumentare il ricorso all'illuminazione artificiale, in estate, può produrre, come già detto, surriscaldamento interno, a causa della dispersione di calore da parte dei corpi luminosi, e quindi incentivare il ricorso a sistemi climatizzanti. Non compiere operazioni di gestione della finestra, come la pulizia dei vetri, talvolta, a causa delle sue caratteristiche fisiche, produce un discomfort visivo con un conseguente incremento del ricorso alla luce artificiale e dunque dei consumi e dei costi energetici.

Il termine "prestazioni energetiche", pertanto, non ci deve far pensare al solo comportamento termico. Questo equivoco è in buona parte legato al mondo della produzione dei serramenti: le schede tecniche dei prodotti in commercio fanno emergere, su tutte, le prestazioni proprie della fisica-tecnica ed i valori di trasmittanza termica, in quanto quest'ultimi sono oggi il primo parametro da considerare nella scelta del tipo di infisso più idoneo, come previsto d'altronde dal decreto legislativo 311/2006.

In sintesi, le prestazioni energetiche del serramento, a cui si vuol far riferimento, partono dal nuovo ruolo di filtro selettivo a comportamento dinamico, che la letteratura scientifica ben delinea. Ma non si possono restringere alle sole prestazioni termiche: esse devono includere, necessariamente, anche le prestazioni di uso e di gestione. Queste ultime già definite dalle norme (le UNI 7959, UNI 7979 introducevano i requisiti di durabilità e di economia) devono essere attualizzate passando per la verifica delle reali modalità di uso di tale componente nell'edificio. Attraverso questa inclusione, si amplia e si completa la definizione di serramento come filtro energetico e selettivo da cui si è partiti. In questo circolo virtuoso le prestazioni si integrano e si condizionano reciprocamente influenzando i consumi energetici dell'edificio.



**PULIBILITA'**: attitudine a consentire la rimozione di sporcizia e sostanze indesiderate. Nell'ottica del risparmio energetico il requisito della pulibilità è fondamentale per consentire un "controllo del flusso luminoso" in entrata e di conseguenza incide sull'uso e il ricorso alla luce artificiale quando quella naturale non è sufficiente a raggiungere livelli ottimali di illuminazione. La pulibilità dipende dalle caratteristiche tipologiche del serramento, più facile è la possibilità da parte dell'utenza di raggiungere fisicamente tutte le parti del serramento più alta sarà la possibilità di svolgere operazioni di pulizia.



*Esempio di interazione tra le prestazioni di uso e di gestione e il contenimento energetico, legate ai comportamenti d'uso.*

## Capitolo 3

### Usi



(fonte: Alberto Alessi, [www.albertoalessi.it](http://www.albertoalessi.it))

### 3.1 Incidenza dell'uso sull'efficienza energetica

Il problema dei comportamenti d'uso e degli stili di vita, come già detto, ha un peso determinante nel garantire il conseguimento degli obiettivi della sostenibilità e dell'efficienza energetica che derivano dalle politiche ambientali.

La cosa più ovvia da rilevare è che la sostenibilità viene evocata in tutti i ragionamenti rivolti ai cambiamenti climatici e alle trasformazioni – in senso peggiorativo – nel sistema eco-ambientale. In questi casi, il concetto viene usato per esprimere l'insieme delle norme e dei dispositivi tecnici adottati da governi e istituzioni allo scopo di attenuare la nostra impronta ecologica sul pianeta. Negli accordi tra le nazioni, prevale la linea dell'equità nella distribuzione della ricchezza e del carico sull'ambiente e la tendenza a promuovere l'uso di tecnologie "pulite", a basso impatto ambientale, necessarie a ridurre il carico globale<sup>1</sup>. Tutte le strategie concorrono verso il comune obiettivo di ridurre l'impoverimento, portato all'eccesso, di determinate risorse di materia prima ed energetiche, e, contemporaneamente, promuovere modelli di sviluppo basati sulle fonti rinnovabili e il riciclaggio. Sulla scia della politica internazionale, le strategie più comuni individuate per la riduzione dell'impronta ecologica si basano sullo sviluppo di tecnologie più efficienti e sulla loro applicazione in architettura. Tuttavia *"non è governando dall'alto, a livello macroscopico, che si può pensare una mutazione in senso sostenibile della nostra società: il risultato macroscopico, se ci sarà, sarà l'effetto della fusione in network di miliardi di micro-comportamenti quotidiani"*<sup>2</sup>.

A questo si deve aggiungere che spesso tecnologie più efficienti aumentano, di fatto, la quantità e la velocità dello sfruttamento delle risorse. Esiste, un'ulteriore componente da considerare nel bilancio finale dei guadagni energetici, ossia l'*effetto rebound*. *"L'effetto rebound avviene quando i benefici di una tecnologia più efficiente sono controbilanciati da uno stimolo ad un consumo aggiuntivo e non preventivato di risorse. In altre parole, tecnologie più efficienti tendono ad essere usate molto di più della stima iniziale e questo uso aggiuntivo annulla alcuni dei guadagni attesi. L'ampiezza dell'effetto contraccolpo è oggetto di disputa: alcune stime oscillano tra lo zero e il 30% mentre altre considerano gli effetti indiretti che in un momento successivo accrescerebbero l'ampiezza delle stime"*<sup>3</sup>. Pertanto, la strada per la sostenibilità passa anche per la centralità del ruolo dell'utenza al fine di rendere effettivi i guadagni energetici in un edificio. *"In un'ottica di gestione sostenibile dell'energia un ruolo importante va dunque riconosciuto agli utilizzatori finali, i quali devono adeguare le proprie necessità all'impiego*

<sup>1</sup> Cfr. Albanese F., "Comportamenti sostenibili" in *Domus*, n.2, novembre 2009.

<sup>2</sup> Citazione di Friedman Y. in Albanese F., *op. cit.*

<sup>3</sup> Cfr. Flemming et al., "The need of human factors in the sustainability domain" in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 52nd Annual Meeting*, 2008, 750.

*cosciente di risorse, anche attraverso strumenti e dispositivi di controllo e di regolazione sempre più complessi*<sup>4</sup>.

Il problema che si pone, nel rapporto tra questione ambientale e usi, è quello di conciliare *particolarismo e universalismo*<sup>5</sup>. Il noto slogan *"pensare globalmente, agire localmente"* è uno dei tentativi in tal senso, che, tuttavia, porta ad una visione distorta del reale, perché rischia di perdere di vista i legami tra i problemi locali e quelli globali. Come nota Maldonado, *"Se da uno slogan non si può prescindere meglio sarebbe riproporlo nei seguenti termini: "pensare e agire localmente e globalmente"*<sup>6</sup>.

Tra i fattori che contribuiscono *"a scoraggiare e persino vanificare un discorso razionale sull'ambiente"*, uno di quelli più carichi di conseguenze è la difficoltà di trasferire la tematica dell'ambiente *"da un livello di complessità a un altro del sistema sociale"*.<sup>7</sup> Proseguendo, Maldonado chiarisce questo concetto riportando una nota terminologia del filosofo tedesco Apel: *"il filosofo tedesco distingue tre livelli: 1) la microsfera: il livello della famiglia, del matrimonio, del vicinato; 2) la mesosfera: il livello della politica nazionale; 3) la macrosfera: il livello del "destino dell'umanità". La difficoltà sopra accennata si manifesta tanto nella direttrice ascendente (microsfera-mesosfera-macrosfera) come in quella discendente (macrosfera-mesosfera-microsfera). Si può essere molto consapevoli, a livello di microsfera, dei rischi ambientali (ad esempio, rischi per la propria persona o per la propria famiglia), ma allo stesso tempo non esserlo in assoluto degli effetti di tali rischi ai livelli della mesosfera o della macrosfera*<sup>8</sup>. In altre parole una cosa è riconoscere l'emergenza della crisi ambientale, un'altra è essere disposti a cambiare i comportamenti per impedire questa crisi. Eder scrive in merito *"Noi sappiamo di certo cosa dobbiamo fare. Ma non lo facciamo. Come si spiega?"*<sup>9</sup>. Il dato nuovo, che emerge da questa asserzione, è che esiste una maggiore consapevolezza di ciò che si dovrebbe fare, in positivo, e ciò che non si dovrebbe fare, in negativo: in breve si è responsabili. Dagli anni '70 in poi, la questione ambientale è entrata in ogni settore della nostra vita e della produzione, per cui non è possibile più nascondersi dietro l'alibi dell'ignoranza. Inoltre, con rare eccezioni, non si fa fatica a riconoscere che l'avidità umana ha generato la distruzione della natura, camuffata, non di rado, da sapere tecnico-scientifico. Tale presa di coscienza, però, non ha modificato il nostro rapporto con l'ambiente. *"La verità è che continuiamo imperterriti a compiere le stesse azioni che hanno portato all'attuale stato delle cose. Anzi: continuiamo a farlo con sempre maggiore spregiudicatezza e intensità. Anche coloro che fanno propria, senza riserve, la coscienza ecologica, genuinamente scandalizzati dalla situazione dell'ambiente, poi nella pratica non trasferiscono tale presa di coscienza sul piano specifico del comportamento personale. Ad esempio:*

<sup>4</sup> Cfr. Attaianesi E., "Ergonomia nella Manutenzione per una Gestione Sostenibile dell'Energia", in *Maintenance and Facility Management*, Anno 3, n.1, Gennaio-Febbraio 2009, pag.24.

<sup>5</sup> Cfr. Maldonado T., *Cultura democrazia ambiente*, Feltrinelli, Milano, 1990, pag.71.

<sup>6</sup> *Ibidem*

<sup>7</sup> Cfr. Maldonado T., *op. cit.*, pag. 67.

<sup>8</sup> *Ibidem*

<sup>9</sup> Ivi, pag. 68.



*cercando di mutare le abitudini di vita e di consumo che essi stessi sanno essere ecologicamente lesive*<sup>10</sup>.

Oggi i comportamenti più diffusi *pro-ambiente* sono soprattutto di due tipi: *comportamenti di efficienza e comportamenti di limitazione*.

*I comportamenti di efficienza* riguardano investimenti in infrastrutture efficienti, come la decisione di installare infissi isolanti.

*I comportamenti di limitazione*, sono sforzi per limitare il consumo di risorse, come quello di assicurarsi che la luce sia spenta nelle stanze inutilizzate. Sembra che i comportamenti di efficienza procurino maggiori benefici rispetto ai comportamenti di limitazione dal momento che tendono ad una maggiore riduzione complessiva dei consumi<sup>11</sup>.

Un comportamento pro-ambientale è, prima di tutto, un comportamento *appropriato* di interazione dell'uomo con il sistema.

Numerosi sono i fattori da cui dipendono i comportamenti; nella maggior parte dei casi, si tratta di variabili culturali, difficilmente quantificabili (percezione del disagio termico, tipo di cultura dell'abitare, ecc.). Un'analisi statistica condotta dal CNR, verso la fine degli anni '80, metteva in evidenza come, l'apertura delle finestre rappresentasse, per il 90% delle famiglie intervistate, il comportamento di spreco più evidente<sup>12</sup>. Inoltre, l'apertura delle finestre risultava di gran lunga più diffusa negli edifici con impianti centralizzati<sup>13</sup>. L'indagine condotta dal CNR è interessante perché, seppur datata, delinea le diverse tipologie di famiglie più rappresentative della situazione italiana e definisce un metodo per la stima della domanda energetica dell'utenza. Infatti, mettendo insieme i dati descrittivi dell'utenza (tipologia di famiglia; tempo di occupazione della casa; tipo di attività svolta nei diversi ambienti, ecc.) con i dati relativi alle potenze delle diverse apparecchiature presenti nei singoli ambienti, è possibile stimare l'energia sensibile media giornaliera dovuta agli apporti gratuiti per le 5 tipologie di famiglie descritte dal CNR<sup>14</sup>. Questi dati possono supportare il progettista, nel non facile compito di quantificare, con precisione, la domanda energetica dell'utenza al fine di realizzare il comfort della stessa e contenere gli sprechi energetici.

#### *3.1.1 Aspetti cognitivi nell'uso dei sistemi*

Gli aspetti cognitivi nell'interazione uomo-sistema-ambiente riguardano quei processi mentali mediante i quali le informazioni, provenienti dal sistema e dall'ambiente vengono raccolte e gestite dall'uomo, in rapporto alle azioni messe in atto<sup>15</sup>. Percezione, apprendimento, memoria e attenzione sono i principali processi cognitivi dai quali dipende l'interazione uomo-sistema.

Una delle prime teorie sull'interazione uomo-sistema è espressa dallo schema Stimolo-Risposta (S-R), che prevede che ad una stimolazione su un

---

<sup>10</sup> Cfr. Maldonado T., *op. cit.*, pag. 69.

<sup>11</sup> Cfr. Flemming et al., "The need of human factors in the sustainability domain", cit.,

<sup>12</sup> Cfr. Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura solare*, Clup edizione, Milano, 1984, pag. 79.

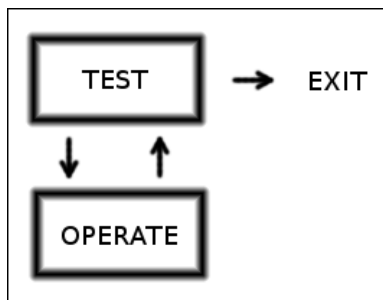
<sup>13</sup> *Ibidem*

<sup>14</sup> *Ibidem*

<sup>15</sup> Cfr. Attaianesi E., *Progettare la manutenibilità. Il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, Liguori editore, Napoli, 2008, pag. 93.

organismo, segua una reazione dell'organismo stesso<sup>16</sup>. Lo schema S-R (Stimolo-Risposta) fu gradualmente sostituito dallo schema S-O-R in cui O (organismo) rappresentava la mediazione fra lo stimolo e la risposta. Esso pone l'accento sull'attività pensante dell'uomo, visto come organismo attivo. In particolare, negli anni '70, si diffuse il modello HIP, il quale proponeva la metafora della mente come elaboratore di informazioni.

La mente, cioè, era vista come un computer, nel quale lo stimolo-risposta si trasforma in input-elaborazione-output. L'input è l'informazione in entrata nel computer trasformata, attraverso un processo di codificazione, in segnali trasmessi lungo un canale, decifrati e integrati a livello centrale<sup>17</sup>. Allo stesso modo, nella mente umana, l'informazione proveniente dall'ambiente esterno e recepita dai recettori sensoriali viene rielaborata attraverso canali di trasmissioni lungo i quali vari *nuclei di ritrasmissione* agiscono con meccanismi eccitatori ed inibitori per accentuare i contrasti tra gli impulsi in arrivo<sup>18</sup>. L'elaborazione è la conversione delle informazioni che vengono riformulate dai processi mentali; l'output è l'uscita delle informazioni sotto forma di comportamento, linguaggio, ecc. Le informazioni trasmesse dai recettori sensoriali sono di due tipi: spaziali e modali. Queste ultime, recepite dai cinque sensi, attengono alla percezione di componenti antinomiche relative a stimoli che rilevano qualità contrastanti, quali ad esempio trasparente-opaco. La percezione avviene attraverso il focalizzarsi dell'attenzione su di una singola componente dell'informazione rispetto alla sua parte antinomica<sup>19</sup>. Il modello HIP fu anch'esso criticato, in quanto delinea un uomo artificiale, a cui mancano le strutture fisiche di sostegno derivanti dall'ambiente esterno.



*Modello TOTE: Test-Operate-Test-Exit (verificare, eseguire, verificare, terminare), esposto nel testo Piani e struttura del comportamento, di Miller, Pribram, Galanter (fonte: wikipedia.it)*

Questa critica apre la strada ad un nuovo approccio, definito "ecologico", che attribuisce rilievo all'*affordance*<sup>20</sup>, ossia proprio alle strutture fisiche offerte dall'ambiente esterno. La cognizione è frutto di un continuo adattamento uomo-ambiente basato su due meccanismi: l'assimilazione, che riguarda

<sup>16</sup> Cfr. Marhaba S., *Fondamenti della psicologia*, Padova, Logos, 2005

<sup>17</sup> Cfr. Attaianesi E., *Progettare la manutenibilità. Il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, cit., pag. 93.

<sup>18</sup> *Ibidem*

<sup>19</sup> Ivi, pag. 94.

<sup>20</sup> Cfr. Gibson, *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, Il Mulino, Bologna, 1999.

l'incorporazione del reale ad una struttura mentale preesistente e l'accomodamento, che riguarda la modificazione delle convinzioni precedenti per lasciare spazio alle novità. La cognizione non è confinata nella sola mente dell'uomo, ma deriva dalla costruzione collettiva di impalcature culturali e tecnologiche stratificatesi in seguito alle evoluzioni della specie. Una grande importanza è attribuita alle tecnologie, viste come estensioni delle capacità motorie, sensoriali e simboliche dell'uomo attraverso l'uso di strumenti<sup>21</sup>.

Altro orientamento è lo studio del comportamento finalizzato ad uno scopo: il *goal-driven*. Il comportamento non è più visto come atto passivo, bensì finalizzato a raggiungere la soluzione di un problema. La nozione di *feedback* (retroazione), proveniente dalla cibernetica, è centrale in questa ottica dello studio del comportamento umano. Essa rappresenta l'informazione di ritorno del sistema, che attraverso effetti immediati ed evidenti, avvisa l'utente in merito all'efficienza dei risultati prodotti dalle sue azioni. Nel modello T-O-T-E: il comportamento è rivolto ad un fine mediante l'esame della realtà (test), l'elaborazione dell'informazione (operate), un successivo esame di ciò che è stato elaborato (test), eventuale *feedback* al fine di migliorare l'elaborazione stessa dell'informazione, e successiva uscita (exit) dell'informazione sotto forma di comportamento<sup>22</sup>.

Al termine di questo quadro, ciò su cui si vuole focalizzare l'attenzione è il concetto di *affordance*. Nell'analisi dell'interazione uomo-sistema-ambiente un ruolo importante, infatti, nella formazione dei modelli mentali è rivestito dall'*affordance* del sistema. Se i modelli mentali sono i fondamenti del comportamento, perché consentono di comprendere le informazioni

<sup>21</sup> Cfr. Attaianesi E., *Progettare la manutenibilità. Il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, cit., pag.94.

<sup>22</sup> Lo psicologo D. Norman, studioso anche di informatica e di cognitivismo, illustra, nel saggio *"La caffettiera del masochista"*, un modello di comportamento basato su sette stadi principali. Il primo passo consiste nella formazione dell'idea di quello che si vuole fare: lo scopo da realizzare. L'azione in sé ha due aspetti: l'esecuzione e la valutazione. L'esecuzione implica il fare qualcosa. La valutazione è il confronto fra ciò che è avvenuto nel mondo e il nostro scopo. Per trasformarsi in azioni, gli scopi devono essere espressi sotto forma di enunciati che specificano ciò che si deve fare, ovvero quelle che si possono definire *intenzioni*. Queste ultime si concretizzano nelle *specifiche d'azione*, che fanno da ponte tra lo scopo e le intenzioni e tutte le possibili azioni fisiche necessarie a realizzarlo. Una volta specificato quali azioni compiere, bisogna eseguire i compiti concretamente: *lo stadio dell'esecuzione*. In tutto ci sono tre stadi che conseguono dallo scopo: intenzione, sequenza di azioni ed esecuzione. La verifica di quanto è successo riguarda l'aspetto della valutazione. Anch'esso si compone di tre stadi: primo, percepire cos'è successo nel mondo esterno; secondo, formulare un'interpretazione; terzo, confrontare quello che è successo con lo scopo di partenza. I sette stadi dell'azione sono pertanto, uno per lo scopo, tre per l'esecuzione e tre per la valutazione:

1. Formare lo scopo;
2. Formare l'intenzione;
3. Specificare un'azione;
4. Eseguire l'azione;
5. Percepire lo stato del mondo;
6. Interpretare lo stato del mondo;
7. Valutare il risultato.

Cfr. Norman D., *La caffettiera del masochista*, Giunti, Firenze, 1990, pag.71

contenute nell'ambiente esterno, ossia quelle provenienti dall'oggetto, attraverso la raffigurazione di una sua copia mentale interna, l'*affordance* è il sistema di messaggi con cui l'oggetto stesso, attraverso caratteristiche dimensionali, morfologiche, materiche, comunica agli utenti le azioni da compiere. Ad esempio, il design di una maniglia di una finestra deve essere tale da richiamare chiaramente nella mente dell'uomo l'azione da compiere, che sia quella di spingere, tirare o far scorrere le ante. Una porta automatizzata, come tale, pone l'utente in difficoltà, poiché il suo funzionamento è poco intuitivo: in altri termini ha una scarsa *affordance*<sup>23</sup>. La presenza di inviti e vincoli determinano il grado con cui l'oggetto comunica, intuitivamente, come deve essere utilizzato. Gli inviti sono le caratteristiche del sistema che suggeriscono all'utente la gamma delle giuste modalità d'uso del sistema stesso. I vincoli possono essere di tre tipi: fisici, culturali e logici. I vincoli fisici sono quelle limitazioni che impediscono le azioni errate. I vincoli logici si affidano all'interpretazione della situazione esterna per circoscrivere il numero di possibilità di usi errati. Quelli culturali, infine, fanno capo alle azioni consentite nell'ambito del panorama culturale di riferimento. L'insieme dei vincoli e degli inviti si definisce *mapping*. Un *buon mapping* porta alla comprensibilità immediata del sistema e delle azioni necessarie per utilizzarlo e genera la cosiddetta *compatibilità di risposta*. Quando, ad esempio, un oggetto ha un *mapping* ambiguo, e il compito è complesso si può generare uno stato di stress nell'utente. In questo caso si dovrebbero utilizzare dei dispositivi di supporto decisionali che guidino gli utenti, in modo chiaro e sintetico, verso l'obiettivo posto dal compito stesso. Le informazioni devono essere, però, solo quelle strettamente necessarie per non incidere ulteriormente sul carico mentale dell'utente. Esse possono essere esemplificate attraverso l'uso di illustrazioni che spieghino, passo dopo passo, le azioni da compiere (come nel caso in cui si debba montare un oggetto, ecc.).

La parte dell'oggetto in cui si concretizza l'interazione uomo-sistema è la cosiddetta interfaccia. Essa è, infatti, il luogo degli scambi comunicativi tra l'uomo e il sistema, identificabile come quello spazio che presenta informazioni all'utente e riceve informazioni dall'utente. Le modalità di presentazione dell'informazione possono essere costituite, ad esempio, da numeri, segnali luminosi, segnali acustici, ecc. a seconda del tipo di percezione che si vuole stimolare<sup>24</sup>.

### 3.1.2 Progettare per migliorare l'uso

L'organizzazione delle azioni nei suddetti modelli interpretativi, ad esempio in quello stimolo-risposta, può essere un valido contributo per progettare

<sup>23</sup> Cfr. Attaianesi E., *Progettare la manutenibilità. Il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, cit., pag. 98.

<sup>24</sup> La percezione è fortemente condizionata dai modelli cognitivi degli utenti, dalla loro cultura e dalla personalità del singolo individuo. Tali modelli possono essere universalmente condivisi o specifici di una località. In particolare l'uso del colore, per interagire con l'utente, assume connotazioni universali, perché a prescindere dalla cultura, il colore ingenera delle reazioni fisiche ed emotive specifiche. Ad esempio, il rosso, che è un colore che accelera il metabolismo, è usato per indicare situazioni di pericolo o di errore. Cfr. Norman D., *op.cit.*,



l'interazione uomo-sistema in maniera più efficiente e flessibile. Alcuni dei principi fondamentali che sono alla base di un buon progetto di interazione uomo-sistema sono:

- "-Visibilità. Guardando, l'utente può conoscere lo stato dell'apparecchio e le alternative dell'azione.*
- Un buon modello concettuale. Il progettista fornisce all'utente un valido modello concettuale, senza contraddizioni nella presentazione di manovre e risultati e con un'immagine di sistema coerente.*
- Buon mapping. E' possibile determinare i rapporti fra azioni e risultati, fra i comandi e i loro effetti, fra lo stato del sistema e ciò che è visibile.*
- Feedback. L'utente riceve una completa e continua informazione di ritorno circa i risultati delle sue azioni."*<sup>25</sup>

In altri termini, come si è già detto, il progetto deve puntare a massimizzare l'usabilità. La norma Iso 9126<sup>26</sup> è importante perché, per la prima volta in ambito normativo, introduce il concetto stesso di usabilità:

- la comprensibilità e cioè "lo sforzo richiesto all'utente per capire la concezione logica del sistema e la sua applicabilità";*
- l'apprendibilità, ossia lo sforzo richiesto all'utente per l'apprendimento delle operazioni (controllo, input, output);*
- l'operabilità, che è "lo sforzo richiesto all'utente per l'esecuzione delle operazioni di controllo".*

Un'altra norma fondamentale è la Iso En 9241 (1992 – 2000)<sup>27</sup>. Nella parte 10 della norma, composta in tutto di 17 parti, *Dialogue principles*, vengono stabiliti i principi ergonomici da rispettare nella progettazione/valutazione del dialogo uomo – sistema:

- l'idoneità del compito, ossia il sistema deve consentire all'utente l'interazione efficace ed efficiente con esso, supportandolo nell'esecuzione del compito;*
- l'autodescrittività, connessa alla capacità del sistema di far identificare immediatamente e senza sforzo per l'utente le operazioni da compiere e la loro sequenza;*
- la controllabilità, attraverso cui l'utente è in grado di avviare e comandare la direzione e il ritmo dell'interazione fino al raggiungimento dell'obiettivo;*
- la conformità alle aspettative dell'utente, ossia la coerenza dell'interazione alle competenze dell'utente;*
- la tolleranza agli errori, che riguarda la capacità di raggiungere il risultato anche nel caso di eventuali errori da parte degli utenti, riducendo al minimo gli interventi correttivi degli stessi;*
- l'idoneità alla personalizzazione, la possibilità data all'utente di modificare l'interfaccia in relazione alle sue specifiche esigenze;*
- l'idoneità all'apprendimento, e cioè la capacità del sistema di supportare ed orientare l'utente nell'apprendimento delle funzionalità e delle modalità di uso.*

---

<sup>25</sup> Cfr. Norman D., *op.cit.*, pag. 78.

<sup>26</sup> *Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use*, benchè specifica delle caratteristiche di qualità di un software la norma tratta quella che si può definire "qualità" in termini ergonomici.

<sup>27</sup> *Ergonomics requirements for office work with visual display terminals.*

In particolare, nel rapporto utente – edificio giocano un ruolo di primo piano, nel definire i comportamenti di uso, anche i seguenti fattori:

- *la consapevolezza* delle caratteristiche costruttive dello spazio in cui si trovano i sistemi (attivi e passivi);
- *la capacità di comprendere i fenomeni* che regolano i parametri caratterizzanti le condizioni ambientali;
- *la disponibilità di istruzioni*;
- *l'interesse dell'utente* nel gestire correttamente le dotazioni passive per ridurre i consumi energetici;
- *il valore* che l'utente dà al risparmio economico conseguibile dal risparmio energetico, in funzione della sua possibilità di spesa, del grado di difficoltà dei sistemi e della sua etica nei confronti del rapporto uomo – ambiente<sup>28</sup>.

E' chiaro che il comportamento potrà risultare diverso a seconda del tipo di utenza previsto. In generale, sarà più difficile prevedere il comportamento di un'utenza non proprietaria, in quanto meno coinvolta economicamente nella gestione dell'edificio e delle sue spese. Spesso, si tratta, infatti, di affittuari di edilizia residenziale pubblica caratterizzata per lo più da uno stato di conservazione non ottimale e da livelli prestazionali molto bassi. *"L'innalzamento della qualità attraverso opere di riqualificazione e adozione di dispositivi di controllo climatico naturale potrebbero portare delle novità difficilmente apprezzate e il cui funzionamento potrebbe essere inficiato da tale mancanza di comprensione"*<sup>29</sup>. In questi casi, gli utenti dovrebbero essere coinvolti fin dalla fase metaprogettuale per abituarsi e per comprendere pienamente il cambiamento e il funzionamento della "nuova" casa<sup>30</sup>.

Alcune ricerche internazionali<sup>31</sup>, a tal proposito, hanno svolto degli studi per comprendere i comportamenti dell'utenza rispetto ad una edilizia a risparmio energetico. Tra queste, la ricerca condotta da Leaman e Bordass dal titolo *Are users more tolerant of 'green' buildings?* indaga se, il grado di partecipazione e di "tolleranza" dell'utenza nell'uso e nella gestione dei green buildings è maggiore rispetto a quello stimato nei confronti dell'edilizia convenzionale. I risultati dimostrano che gli utenti tendono a tollerare di più carenze nei *green buildings* di quanto non facciano con gli edifici convenzionali.

La ricerca dal titolo *Influence of occupants 'knowledge on comfort expectations and behaviour* è stata condotta dal prof J. Cole, dell'Università di Vancouver Canada. Anche in questo studio si confrontano i comportamenti degli utenti di due tipologie differenti di edifici: i *green building* e un edificio di edilizia convenzionale. I risultati sono principalmente di due tipi: il primo dimostra che la mancanza di una interazione efficiente fra utenti e tecnologie innovative, dovuta all'insufficienza di informazioni e all'assenza di dispositivi

<sup>28</sup> Cfr. Giacchetta A., Magliocco A., *Progettazione sostenibile*, Carocci Editore, Roma, 2007, pag.272

<sup>29</sup> *Ibidem*

<sup>30</sup> Cfr. introduzione.

<sup>31</sup> Cole J., "Influence of occupants 'knowledge on comfort expectations an behaviour", in *Building Research & Information*, Volume 37, Issue 3 May 2009, pag. 227 – 245.  
Leaman A., Bordass B., "Are users more tolerant of 'green' buildings?", in *Building Research & Information*, 2007, 35:6, pag.662 — 673.

di feedback, riduceva la percezione del comfort (ritenuta sub-ottimale); il secondo risultato evidenzia che, la volontà di responsabilizzazione e di partecipazione alla gestione della propria abitazione è più alta negli utenti degli edifici *green* rispetto a quelli di edilizia convenzionale.

I risultati a cui approdano tali ricerche sono, di volta in volta, diversi e vanno per lo più in direzione del "design per i comportamenti sostenibili"<sup>32</sup> in direzione della partecipazione degli utenti fin dalla fase meta progettuale e in direzione della promozione dell'informazione, attraverso strumenti informativi quali semplici manuali d'uso, dispositivi di feedback, ecc. Tutte queste ricerche hanno in comune il metodo proposto che parte dall'osservazione dei reali comportamenti d'uso di un sistema, di un componente o di un impianto, ecc.

Ad esempio la ricerca condotta dal MIT indaga le relazioni tra uomo e porte girevoli all'interno del proprio Campus Universitario<sup>33</sup>. In questo studio si vuole comprendere perché le porte girevoli siano meno usate di quelle scorrevoli, sebbene più vantaggiose dal punto di vista energetico. Infatti le porte girevoli filtrano, molto più delle scorrevoli, l'entrata di aria (fredda o calda, a seconda della stagione), all'interno dell'ambiente, consentendo risparmi in termini di consumi e di emissioni di CO<sub>2</sub>.

La ricerca sperimenta alcune soluzioni per indirizzare i comportamenti dell'utenza verso un maggiore uso delle porte girevoli, ed approda a tre diversi risultati:

- indicazioni ai progettisti per il progetto di porte girevoli;
- indicazioni ai progettisti per migliorare il rapporto porte girevoli-edificio (indicazioni ad esempio sul posizionamento delle porte rispetto ai fronti);
- uso di etichette e sistemi per orientare gli utenti nella scelta delle porte girevoli.

Un'altra ricerca relativa all'influenza dei comportamenti dei dipendenti degli uffici sull'apertura delle finestre è stata condotta dal Solar Energy and Building Physics Laboratory (LESO-PB), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse. Basandosi su anni di osservazione e di misurazioni essi hanno analizzato come parametri climatici (temperatura, forza del vento e direzione, umidità relativa e precipitazioni) influenzino l'apertura e la chiusura delle finestre. Sono stati usati a questo scopo, diversi modelli di approccio: probabilità logistiche, catena di Markov e processi random. E' stato proposto in conclusione un modello ibrido che integra i precedenti con modelli stocastici di comportamenti di uso. La ricerca si conclude con la messa a punto di un algoritmo per implementare questi modelli nelle simulazioni dinamiche degli edifici.

---

<sup>32</sup> Il design per comportamenti sostenibili o per cambiare i comportamenti è un nuovo campo di ricerca per esplorare come il progetto può influenzare i comportamenti umani per ridurre gli impatti sociali e ambientali del prodotto durante l'uso. Cfr. Lilley D., "Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions", [www.elsevier.com/locate/destud](http://www.elsevier.com/locate/destud) 2009. e si vedano anche gli esempi riportati alla fine del paragrafo.

<sup>33</sup> Cfr. Cullum B.A., Lee O., Sukkasi S., Wesolowski D., "Modifying habits towards sustainability: a study of revolving door usage on the Mit campus", in *Planning for sustainable development*, 2006.

Analizzare i comportamenti di uso diventa, infatti, un passaggio obbligato per lo sviluppo futuro di tecnologie a risparmio energetico in cui il progetto sia pensato per avere un funzionamento sensibile (l'utente deve poter comprendere che il sistema funziona anche se i vantaggi economici sono ripartiti nel tempo); per essere manutenibile (pulizia dei vetri; sostituzione di guarnizioni...) e di facile operatività con ridotto impiego di tempo e attraverso semplici operazioni<sup>34</sup>.

Il progettista deve individuare una ripetitività delle operazioni facilmente memorizzabile: *"operazioni stagionali da compiersi il...del mese di...; operazioni giornaliere da compiersi alle ore...nel mese di...; operazioni giornaliere da compiersi alle ore... nel mese di...; operazioni da compiere se..."*<sup>35</sup>.

In conclusione, si può affermare che esistono diverse strade operative per includere il fattore umano nel progetto di architettura; di seguito si riportano alcune di esse:

- progettare il sistema per facilitarne l'uso e la sua comprensione da parte degli utenti;
- comprendere l'incidenza tra le variabili ambientali e tecniche da un lato e quelle specifiche del fattore umano dall'altro, al fine di migliorare il rapporto edificio – componente - utente;
- scegliere tra le soluzioni tecnologiche quelle più appropriate che realizzino il miglior compromesso tra prestazioni energetiche erogate, impatti sull'ambiente, risparmio economico, risparmio di risorse e comportamenti dell'uomo;
- progettare istruzioni, etichette, manuali e quanto altro aiuti l'utente, a prescindere dal suo livello di istruzione, a comprendere cosa fare e quando farlo.

Tali punti individuano alcuni dei compiti demandati ai progettisti, di cui l'ultimo è deputato ai progettisti ma finalizzato ad accrescere le conoscenze tecniche degli utenti<sup>36</sup>.

---

<sup>34</sup> Cfr. Giacchetta A., Magliocco A., *Progettazione sostenibile*, cit., pag. 274.

<sup>35</sup> *Ibidem*

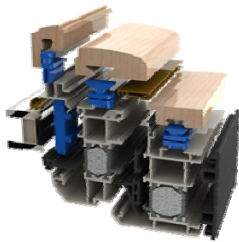
<sup>36</sup> Il D.D.L 4339 bis Bersani parla di "libretto dell'edificio" o "fascicolo del fabbricato" per la programmazione della manutenzione ordinaria e straordinaria e, il secondo, per l'attestazione del mantenimento delle condizioni di sicurezza statiche ed impiantistiche.



#### Esempi di Design sostenibile/Design flessibile

Il design sostenibile, destinato tanto al prodotto industriale quanto alle componenti edilizie, può essere definito in diversi modi a seconda del tipo di approccio al problema. Due di essi sono, ad esempio, la strategia delle *3R* (riciclare, riusare e ridurre) e il *Life Cycle Design*.

*Progettare per il riciclo* significa ridurre consumi di materie prime e produzione di rifiuti, (le parti devono essere disassemblabili).



(fonte:Starwood)

Le finestre di **Starwood** utilizzano per l'unione di alluminio e legno particolari in nylon brevettati dall'azienda, che garantiscono l'assenza di contatto tra i due telai per rispettare le differenti dilatazioni dei materiali dovute alle sollecitazioni climatiche. I materiali inoltre, risultano disassemblabili a fine vita.

*Progettare per il riuso* significa progettare cercando di prolungare il ciclo di vita dei componenti in modo da evitare o posticipare i costi energetici del riciclo (le parti devono essere disassemblabili e flessibili all'uso).

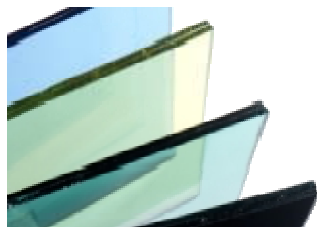
*Progettare per la riduzione* significa ridurre l'uso di materie prime e di energia promuovendo la dematerializzazione. I materiali hanno in sé più prestazioni.



I **vetri fotocromici**, reagendo alla luce si oscurano sostituendosi di fatto ai sistemi di oscuramento.

Il *Life Cycle Design* è un approccio più completo perché non sceglie una direzione ma effettua un bilancio degli impatti ambientali del prodotto lungo tutte le fasi del ciclo di vita cercando di dare risposte differenziate a seconda dell'uso di ciascun prodotto<sup>1</sup>.

Si evidenziano i vantaggi nella fase d'uso parallelamente agli impatti ambientali generati per la produzione e lo smaltimento dei materiali.



I **vetri basso-emissivi** sono ricoperti da un film di ossidi metallici che una volta fuso diventa tutt'uno con il vetro. Il risultato è un prodotto non più riciclabile, ma l'aumento prestazionale in fase d'uso di questi vetri, e dunque l'ottimizzazione dei consumi energetici, produce benefici maggiori rispetto ai costi ambientali conseguenti alla non riciclabilità.

<sup>1</sup> Cfr. Lavagna M., *Life Cycle Assessment in Edilizia*, cit., pag.108.

In ultima analisi c'è poi chi nega, come Tamborrini, che il design sostenibile nasca dall'urgenza ambientale e sostiene che *"la classificazione che per lungo tempo ha differenziato il design dall'eco-design non ha più significato"*<sup>2</sup>.

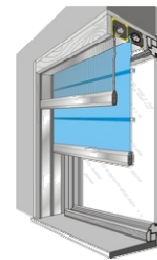
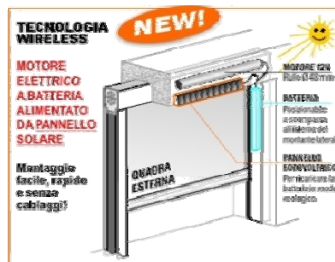
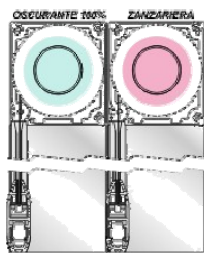
*"Le due cose si muovono contemporaneamente. La presenza di oggetti che comunicano sostenibilità suggerisce comportamenti più responsabili, ma è altrettanto vero che un oggetto entra nelle nostre vite nel momento in cui c'è una certa sensibilità ad accoglierlo e agisce come agevolatore di quel comportamento"*.

La proliferazione d'uso del termine sostenibilità genera notevole confusione. *"Le stesse certificazioni, Ecolabel per esempio, per quanto dettagliate, danno esclusivamente conto delle caratteristiche qualitative di un oggetto; ma un oggetto può anche essere non perfettamente conforme ai criteri ed essere usato per cinquant'anni: la sua sostenibilità a quel punto sarà data dal tempo d'uso e non dalle sue caratteristiche. In questo senso è importante conoscere le proprie abitudini di consumo ma soprattutto informarsi ed essere critici nei confronti delle scelte che facciamo"*<sup>3</sup>. La chiave per un design sostenibile, sostiene Tamborrini, è un *"design per componenti"*: non pensare agli oggetti come a dei dispositivi chiusi ma piuttosto **sistemi aperti e flessibili** in cui sia possibile sostituire le parti.



(fonte: Tamborrini P., *Design Sostenibile*, Electa, Verona, 2009)

La **lavatrice Biologic** riutilizza l'acqua per un secondo ciclo di lavaggio dopo averla purificata attraverso un passaggio per le piante poste sulla superficie superiore della lavatrice.



(fonte: Suncover.it)

**Quadra di Suncover** è un sistema a incasso che permette di accoppiare sullo stesso vano finestra differenti tipologie di tende avvolgibili, quali: filtranti, oscuranti, zanzariere, ecc. La movimentazione può avvenire manualmente tramite un'asta ad argano o può essere automatizzata, attraverso un motore a batterie da 12v alimentato da pannello fotovoltaico posto nel vano finestra. Quest'ultimo sistema risulta ottimale anche perché consente di risparmiare in termini energetici ed economici, evitando interventi sulle murature per la posa di impianti elettrici.

<sup>2</sup> Cfr. Pelatelli P., *Intervista a Paolo Tamborrini*, [www.grenme.it](http://www.grenme.it)

<sup>3</sup> Cfr. Pelatelli P., *Intervista a Paolo Tamborrini*, cit.

<sup>4</sup> Cfr. Lilley D., *Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions*, 2009 [www.elsevier.com/locate/destud](http://www.elsevier.com/locate/destud)

<sup>5</sup> Cfr. Flemming et al., op. cit.,

<sup>6</sup> Cfr. Lilley D., op. cit.,



(fonte:Finstral.it)

La ferramenta estate/inverno della **Finstral** a risparmio energetico consente di regolare l'apertura della finestra, scegliendo tra un'apertura a ribalta normale e un'apertura a ribalta controllata di ca. 40 mm. La regolazione della ferramenta estate/inverno è semplice, può essere eseguita manualmente e non richiede l'impiego di attrezzi.

#### Esempi di Design per i comportamenti sostenibili

Il design per comportamenti sostenibili o per cambiare i comportamenti è un nuovo campo di ricerca per esplorare come il progetto può influenzare i comportamenti umani per ridurre gli impatti sociali e ambientali del prodotto durante l'uso<sup>4</sup>.

L'obiettivo di un prodotto, piuttosto che un componente dell'edificio è dunque quello di incoraggiare comportamenti pro-ambientali e indirizzare gli uomini, tra una miriade di scelte possibili, verso la scelta più conveniente ed efficace: "è necessario che le nuove tecnologie, non soltanto, limitino l'uso delle risorse, ma in particolare, incoraggino la conservazione delle stesse."<sup>5</sup>

Il '*design-behaviour*' è una risorsa di supporto specialmente a progettisti ed ingegneri nell'esplorare come il design può influenzare i comportamenti degli utenti e ridurre gli impatti sociali ed ambientali prodotti durante l'uso. Le prime ricerche identificano nell'eco-feedback (Mc Calley and Midden, 2006), nei Behaviour Steering (linee guida) (Akrich, 1992; Jelsma and Knot, 2002) e nelle Tecnologie Persuasive (Fogg, 2003) alcune potenziali strategie con le quali è possibile integrare nel progetto del prodotto l'influenza legata ai comportamenti degli utenti in fase d'uso<sup>6</sup>.

L'**Eco-feedback**, è un progetto che attraverso l'uso di interfacce uomo- sistema, display, suoni, luci, informa l'utente sulle risorse usate. Per definizione il feedback è la capacità dei sistemi dinamici di tenere conto dei risultati del sistema per modificare le caratteristiche del sistema stesso. In un controllo in retroazione il valore della variabile in uscita dal sistema viene letto dal controllore che agisce modificando l'ingresso del sistema.



(fonte: kanshin.com)

**Ambient Orb** è una sfera che si illumina di rosso quando il cliente usa troppa elettricità e di verde quando il consumo energetico è ridotto. In un paio di settimane il cliente ha ridotto i suoi consumi di elettricità nelle ore di punta del 40%. L'aspetto vincente dell' Orb è di rendere l'elettricità visibile.

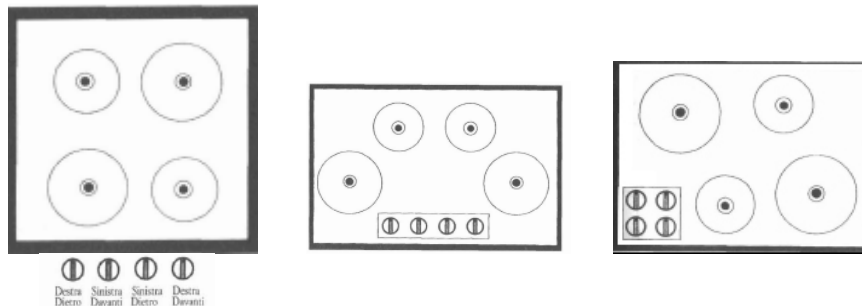


(fonte: <http://www.ambientdevices.com/products/energyjoule.html>)

Sempre prodotta da Ambient è la piccola luce notturna dal nome **Energy Joule** che ci aiuta a

risparmiare dandoci informazioni sia attraverso diversi colori, che attraverso uno schermo, sul costo dell'energia nelle diverse ore della giornata (i dati sono ricevuti via wireless dalla compagnia energetica) e sul livello dei nostri consumi (i dati sono inviati in wireless dal contatore di casa). Quando si illumina di rosso Energy Joule vuole avvisarci che i costi dell'energia sono troppo alti e quindi di ridurre l'uso di energia e di rinviarlo in un altro momento della giornata. Quando è gialla ci avvisa che stiamo consumando troppo, mentre quando è verde ci avvisa che il costo dell'energia è più basso e quindi è possibile utilizzarla a costi ridotti.

I **Behaviour Steering** (comportamenti guida) consistono nell'incoraggiare i comportamenti degli utenti nella direzione scelta dal progettista attraverso costrizioni contenute nel progetto stesso. Norman nel suo celebre libro *"The Design of Everyday Things"* (1990) ci dà un'ampia casistica di design che indirizzano i comportamenti. Il punto di vista proposto dal saggio, tradotto in Italia con il titolo *"La caffettiera del masochista"*, riguarda piuttosto la descrizione di come molti progetti di "cattivo" design annullino il fine per il quale sono stati progettati e prodotti. Riletto nell'ottica della sostenibilità la valutazione del danno causato sarebbe peggiore perché non ostacolerebbe soltanto lo svolgimento di un'azione ma ne indurrebbe una sbagliata e dannosa per l'ambiente.



(fonte: Norman D., *La caffettiera del masochista*, cit.)

Uno degli esempi migliori proposti dal libro riguarda il design di un **fornello a quattro fuochi**. La maggior parte dei fornelli ha i fuochi disposti in modo simmetrico e le manopole allineate in basso, oppure disposte a coppie: ma con queste soluzioni è facile confondersi. Un'alternativa proposta da Norman è disporre le manopole dei fuochi con lo stesso schema dei fornelli. Questo tipo di design riesce attraverso "costrizioni" contenute nel progetto ad indirizzare i comportamenti verso il giusto impiego.



(fonte: <http://www.truthorfiction.com/rumors/u/urinal.htm>)

Un design che ha ricevuto un notevole successo soprattutto se si confrontano i costi per produrre l'innovazione e i benefici ottenuti, è la famosa mosca degli orinatoi dell'aeroporto di Amsterdam. Mettendo un adesivo di una mosca negli orinatoi si sono ridotte le fuoriuscite di urina dell'80% migliorando l'igiene nei luoghi pubblici.





In Islanda, invece, al posto delle mosche sono state usate le foto dei banchieri che sono scappati dal Paese dopo il tracollo finanziario.



La **toilette integrata di Caroma** riutilizza l'acqua dolce impiegata per il lavaggio delle mani per lo scarico della toilette.

La **tecnologia Persuasiva o Captologia** (dal latino catturare) impiega metodi persuasivi per cambiare quello che le persone pensano o fanno, talvolta senza la loro conoscenza o il loro consenso. B.J. Fogg professore universitario all'università di Stanford esperto in tecnologia persuasiva e autore del saggio *Tecnologia della Persuasione* (2005), la definisce come un'area di ricerca e di sviluppo in continua crescita. I vari sistemi informatici, come ad esempio siti web, programmi di gestione della produttività o telefoni cellulari sono sempre più focalizzati su come motivare e influenzare gli utenti.

Una delle tesi di questo libro è che in futuro vedremo sempre più prodotti informatici progettati con lo scopo principale di persuadere. Inoltre, le applicazioni software, sia locali che in Rete, progettate principalmente per altri scopi (come incrementare la produttività, la creatività o la collaborazione) incorporeranno sempre più elementi di persuasione, motivando idealmente gli utenti a utilizzare meglio le applicazioni stesse e supportandoli nel raggiungimento dei loro obiettivi. La tecnologia persuasiva a vantaggio del risparmio energetico è un tema di ricerca sviluppato sia dal Persuasive Technology of Stanford sia da altri gruppi come il Dipartimento of Design and Technology of Loughborough, Leicestershire, UK . Quest'ultimo sta portando avanti una ricerca che vuole ottenere comportamenti più sostenibili nell'uso del telefono cellulare lavorando su applicazioni cellulari GPS per indovinare quello che l'utente sta facendo, e qual è l'impatto sul pianeta in termini di impronta al carbonio.

La "tecnologia persuasiva" influenza le persone ad adottare comportamenti meno inquinanti e può essere introdotta in forma di nuovi gadget e servizi on-line o nuove funzionalità per la tecnologia esistente.



(Fonte: [genitronsviluppo.com](http://genitronsviluppo.com))

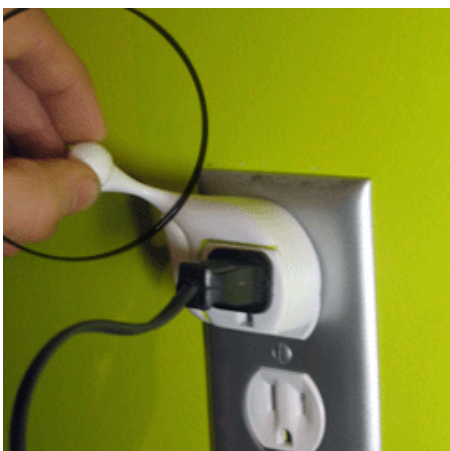
Esempio di un progetto di ricerca Olandese prodotto dalla Philips iCat, un gatto che consiglia come risparmiare energia parlando e muovendo le labbra, le ciglia e le sopracciglia. Il gruppo olandese ha dimostrato inoltre che lampeggi e messaggi subliminali possono guidare le persone ad un uso corretto dei dispositivi e apparecchiature in casa. ([www.genitronsviluppo.com](http://www.genitronsviluppo.com), [icat,tecnologia](http://icat.tecnologia) persuasiva e risparmio-energetico)



Disegnato da Delroy Dennisur è un concetto di monitor di elettricità che offre all'utente dati in tempo reale sul loro uso di energia e calcola il loro conto elettrico e corrente. Dal design minimalista di scatola bianca decorata con LED in un disegno floreale che si accende in risposta al consumo dell'utente. Più fiori vogliono dire più energia usata



Surestop è un interruttore d'arresto progettato per salvare perdita di acqua, e danno conseguente, attraverso controllo più immediato dello approvvigionamento di acqua



Disegnato da Sara Schaible, Blink ha lo scopo di ridurre uso di energia non necessario che è il risultato di utenti che lasciano luci e altri apparecchi tutto il giorno in funzione anche quando non li usano. L'ammicco rappresenta un photocell infrarosso che reagisce alla luce naturale disabilitando alcune apparecchiature collegate in Ammicco



PowerHog è un salvadanaio a forma di porcellino che serve ad insegnare ai bambini il risparmio energetico. Per utilizzare tecnologie elettroniche, come la Tv o i videogiochi i bambini dovranno inserire una moneta nel porcellino comprendendo quindi i costi energetici. Il porcellino diventa rosso quando il tempo sta per terminare.

### 3.2 Prestazioni attese del serramento ed esigenze dell'utenza

L'infisso, in quanto parte di un sistema, è tramite di interazioni multiple tra uomo e organismo edilizio, per cui la progettazione dello stesso *“non può trascurare la globalità delle sue funzioni e la compatibilità che ognuna di esse e tutte quante insieme devono avere nei confronti dell'utente”*<sup>37</sup>.

Esso è infatti uno dei componenti ambientali che ben esemplifica il peso degli intrecci tra uomo ed ambiente in cui sono contestualmente coinvolti apparati di natura fisiologica e psicologica<sup>38</sup>. In generale, come si è detto, l'analisi dell'interazione uomo-sistema non può essere condotta in astratto, ossia senza definire le reali caratteristiche dell'uomo e del sistema, e senza tener conto della complessità delle relazioni e dei condizionamenti reciproci. *“Tali componenti sono definite in base alla modalità con le quali si attua il rapporto tra individuo e mondo esterno (fisico-dimensionale, funzionale, sensoriale, percettivo, cognitivo e culturale) ed in base alle caratteristiche ed alle capacità umane coinvolte”*<sup>39</sup>. Pertanto, l'interazione uomo-finestra non può essere indagata sulla base di ipotesi formulate su casi generali, ma deve essere “calata” in un caso specifico in cui stabilire le variabili da cui dipende la relazione. In primo luogo, si deve stabilire il contesto d'uso, (dalla scala geografica a quella dell'unità ambientale e della parete); in secondo luogo si devono stabilire le caratteristiche dell'utenza (età, sesso, profilo sociale e culturale, ecc.). Si devono fissare, inoltre, le caratteristiche della finestra (tipologia di apertura, forma, dimensione, materiale dei telai, ecc.) e infine si devono individuare i compiti ossia le operazioni in cui si interfacciano oggetto e soggetto (apertura e chiusura per il ricambio d'aria; regolazione degli schermi solari, ecc.). Tutto ciò sarà oggetto del paragrafo successivo che indaga i comportamenti d'uso in un caso applicativo in cui reperire le variabili necessarie allo studio dell'interazione. Pertanto, quello che di seguito si propone, non è uno studio dell'interazione uomo-finestra ma piuttosto riguarda la creazione di uno scenario di relazioni supportato, laddove sia possibile, dai dati provenienti da ricerche già condotte, dalla letteratura specializzata e/o dagli indirizzi delineati dalle leggi e dalle norme. Tale scenario è costruito a partire dal soddisfacimento di alcune classi di esigenze quali quelle di benessere e di fruibilità, (introdotte dalla normativa esigenziale prestazionale negli anni '80 UNI 8290), ossia quelle che hanno una ricaduta diretta sul piano energetico.

#### *Classe di esigenza: benessere*

Il benessere, definito come *“l'insieme delle condizioni relative a stati del sistema edilizio adeguati alla vita, alla salute e allo svolgimento delle attività degli utenti”*<sup>40</sup>, richiama da un lato lo spazio interno dell'edificio dall'altro la salute e il comfort dei suoi fruitori.

<sup>37</sup> Cfr. Pisano E., *Progettare, stare, fare*, Franco Angeli, Milano, 1987, pag. 126.

<sup>38</sup> *Ibidem*

<sup>39</sup> Cfr. Tosi F., *op.cit.*, pag. 169.

<sup>40</sup> Norma UNI/ CE 0050, del 1980.

*"Il benessere rappresenta una condizione psico-fisica dell'uomo quale centro di relazione tra le sue proprie percezioni e sensazioni e gli stimoli complessi provenienti dall'ambiente."*<sup>41</sup>

Nell'analisi dell'infisso orientato al soddisfacimento del benessere è possibile individuare tre diversi aspetti: acustico, igrotermico e visivo, che se pure caratterizzati da livelli prestazionali diversi, sono però inscindibili nell'individuazione di una condizione di comfort che possa essere definita *ergonomica*<sup>42</sup>. Nella fig.1 è contenuto uno schema che pone a confronto i fattori ambientali con il benessere ergonomico nelle due accezioni dello stare bene e del comfort, evidenziando l'importanza delle ottimizzazioni delle prestazioni di un infisso come strumento di relazione tra l'uomo e l'ambiente esterno in relazione ai fattori visivi, sensitivi, uditivi e olfattivi.

Il *comfort acustico* riguarda l'attitudine della finestra a garantire all'unità ambientale un livello sonoro accettabile che consenta di svolgere indisturbati le attività di lavoro o di riposo. Il grado di accettabilità del rumore dipende dalla destinazione d'uso: per ambienti destinati al riposo o ad attività lavorative, per cui sono necessari grossi sforzi di concentrazioni, il livello prestazionale del benessere acustico è più elevato. Il serramento, sia aperto che chiuso è un veicolo di trasmissione dei rumori. Le variabili progettuali devono assicurare l'equilibrio e la compatibilità nei riguardi delle esigenze umane promuovendo la scelta di un serramento con adeguata tenuta. Il controllo della forma e delle dimensioni della finestra deve garantire che essa sia adeguata alle situazioni microclimatiche da determinare e da salvaguardare, valutando e scegliendo tra le possibilità l'orientamento migliore, adottando adeguati spessori di vetro e servendosi della tecnologia più appropriata ad attutire i rumori esterni. Infine, si devono effettuare controlli per una corretta messa in opera del serramento al fine di evitare ponti acustici lungo il perimetro e, nel caso la finestra sia dotata di persiane avvolgibili, provvedere all'isolamento dei cassonetti, con effetti vantaggiosi anche per il comfort igrotermico.

Per il soddisfacimento del *comfort termo-igrometrico* vanno considerati i parametri ambientali quali la temperatura, la velocità dell'aria e l'umidità relativa, le prestazioni energetiche degli elementi di involucro, le caratteristiche morfo-dimensionali dell'unità ambientale, il numero di persone e il tipo di attività svolta, l'età, il sesso e naturalmente la percezione soggettiva. Gli scambi termici che si instaurano tra uomo e ambiente devono essere tali da non ostacolare lo svolgimento delle attività in condizioni soddisfacenti. La norma UNI EN ISO 7730:2006, al fine di valutare le variabili relative alla soggettività, esprime la percezione termo-igrometrica mediante i valori PMV<sup>43</sup> e PPD<sup>44</sup>.

<sup>41</sup> Cfr. Francese D., " Classe di esigenza: benessere ambientale", in Caterina G., *Il recupero degli Infissi*, UTET 1995, Torino, pag. 149

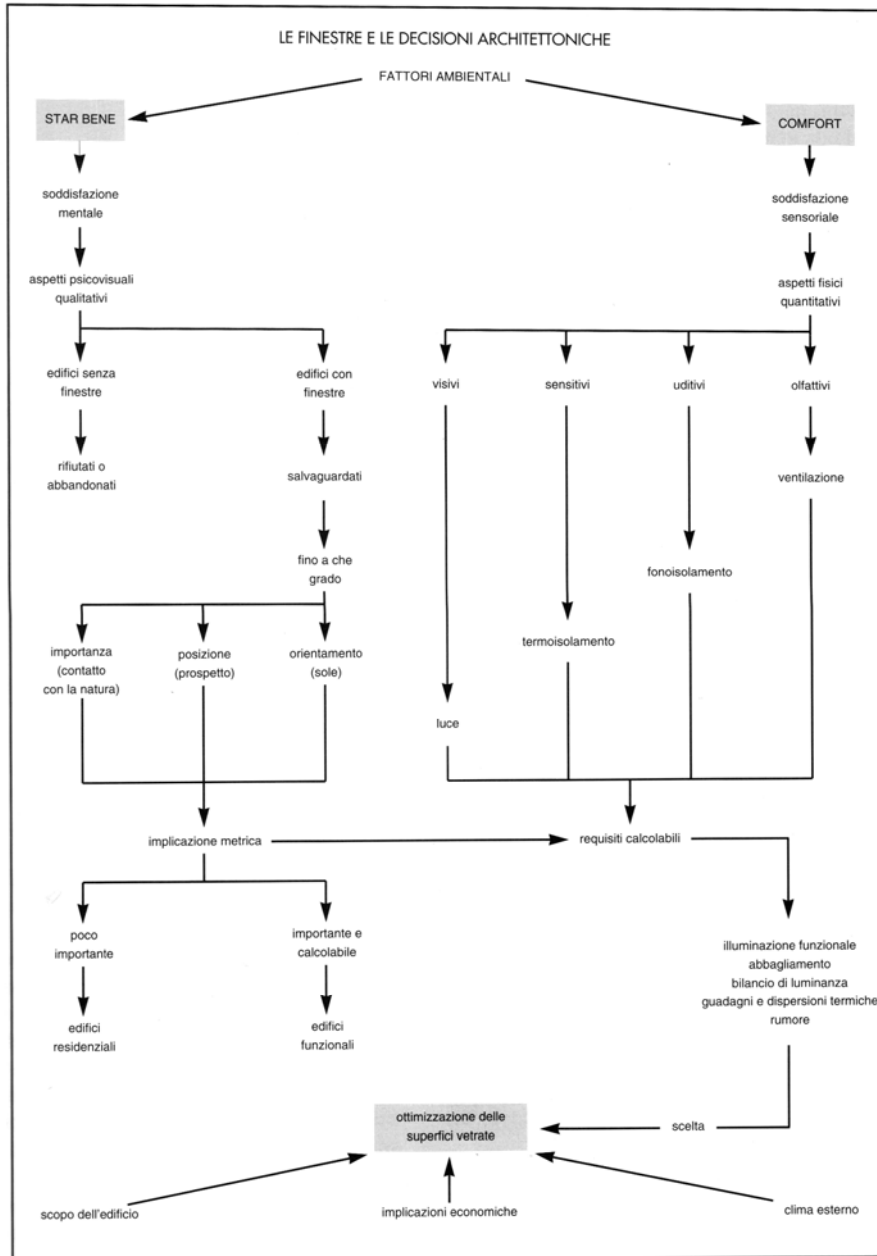
<sup>42</sup> Cfr. Pisano E., *op.cit.*

<sup>43</sup> PMV: Predicted Mean Vote

<sup>44</sup> PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied

### 3. Usi

Diagramma di flusso decisionale: sono posti a confronto i fattori ambientali con il benessere cosiddetto "ergonomico" che contempla l'aspetto del comfort e lo "star bene" (da: Groupement européen des producteurs de verre plat, Natural Lighting in Architecture).



Fonte: Caterina G., *Il recupero degli infissi*, cit. , pag.155

Il primo è una funzione matematica che dipende dal vestiario, dalla temperatura dell'aria, dall'attività svolta, dalla temperatura media radiante, dalla velocità dell'aria e dall'umidità. Questa funzione è un voto medio espresso da un ampio campione di persone che definiscono la propria sensazione termica, rispetto ad uno stesso ambiente, tra un valore massimo di +3, molto caldo, ad un minimo di -3, molto freddo. Il PPD è un parametro che definisce il numero di persone che sarebbero portate a lamentarsi delle



condizioni climatiche dell'ambiente. La norma indica il benessere termico per valori compresi tra -0,5 e +0,5 del PMV, con il 10% del PDV.

Una recente ricerca<sup>45</sup>, pubblicata sulla rivista scientifica *Building and Environment* indaga sull'incidenza di parametri quali l'età e il sesso sul grado di soddisfazione termica percepita dagli utenti negli uffici. L'analisi ha rilevato che le donne sono molto più insoddisfatte degli uomini della qualità termica dell'ambiente di lavoro, soprattutto nella stagione estiva; mentre gli utenti al di sopra dei 40 anni sono più soddisfatti di quelli più giovani, in particolare nel periodo invernale, con ampi margini di differenze.

Come già trattato in precedenza,<sup>46</sup> la finestra ha un ruolo centrale quale scambiatore termico con l'ambiente esterno, essa è una parte "debole" dell'involucro perché pone un ostacolo più labile alle condizioni atmosferiche esterne con spiacevoli sensazioni, in prossimità della stessa, di freddo in inverno e caldo in estate. Sorvolando sugli aspetti tecnologici della finestra per il soddisfacimento del comfort termico, già oggetto di studio del capitolo precedente, incentriamo qui la questione sulle relazioni tra uomo e finestra nel controllo della temperatura interna attraverso il ricambio d'aria.

La lettura ergonomica che si può fare in riferimento al ricambio d'aria riguarda da un lato riflessioni di tipo antropometriche e biomeccaniche chiamate in causa dai comandi di apertura e di chiusura del serramento e dall'altro riflessioni di tipo cognitivo legate all'usabilità, oltre che a tematiche di sicurezza per alcune fasce di utenza, come per quella in età evolutiva. Inoltre, la possibilità da parte degli utenti di intervenire sulla percezione del comfort attraverso l'apertura dei serramenti ha una forte incidenza sul piano della soddisfazione.

Oltre all'entrata di aria, l'apertura della finestra consente di attivare altri tipi di sensazioni, legate alla percezione del calore solare, degli odori, dei suoni che hanno sicuramente un influsso positivo sulla persona e sulla qualità della permanenza all'interno di un ambiente, aumentando la soddisfazione finale.<sup>47</sup>

Un'altra recente ricerca svolta presso la Technische Universität München<sup>48</sup> ha dimostrato che il grado di insoddisfazione degli utenti riguardo ai livelli di comfort termico cresce con l'aumentare della climatizzazione interna: esso si attesta sul 20% in caso di sola ventilazione naturale, sul 34% con parziale climatizzazione, per raggiungere il 54% con climatizzazione totale. Inoltre, utilizzare solo l'impianto di climatizzazione, senza dare la possibilità agli utenti di aprire le finestre per la ventilazione naturale, comporta un aumento di oltre 2,6 volte il numero di coloro che, insoddisfatti del clima interno, possono accusare sintomi da "*sick building syndrom*".<sup>49</sup>

<sup>45</sup> Cfr. Choi JH, Aziz A, Loftness V., "Investigation on the Impacts of Different Genders and Ages on Satisfaction with Thermal Environments in Office Buildings", in *Building and Environment* 2010, 10.1016/j.buildenv.2010.01.004

<sup>46</sup> Cfr. Cap. 2

<sup>47</sup> Cfr. A.A.V.V. ,Atlante della sostenibilità, cit., pag.100

<sup>48</sup> Diplomarbeit di Ruhna Hellwing, *Termische Behaglichkeit. Unterschiede zwischen frei und mechanisch belüfteten Bürogebäudeaus Nutzersicht*, Monaco di Baviera, 2005.

<sup>49</sup> Il termine *sick building syndrom* o sindrome da edificio malato, viene usato per indicare uno stato di malessere non riconducibile a disturbi di salute ma legato alla permanenza all'interno dell'edificio.

La domotica sia negli edifici a destinazione terziaria sia nelle residenze, ha reso possibile una totale automazione dei sistemi di controllo climatico affidandone la gestione non più agli utenti, bensì a sofisticati software. Queste tecnologie sono in grado di stabilire un equilibrio climatico tra interno ed esterno attraverso una gestione integrata dell'edificio assicurando sicuramente un risparmio di risorse, ma che, allo stesso tempo, nell'escludere in maniera totale il fruitore, potrebbe causare inconsapevolmente un aumento del fabbisogno energetico.

Ad esempio, nel caso in cui il sistema preveda la chiusura ermetica delle finestre e il livello di temperatura percepita nell'ambiente sia leggermente maggiore rispetto alla soglia di benessere si azionerebbe, automaticamente, il sistema di condizionamento dell'aria anche quando basterebbe aprire la finestra per breve tempo<sup>50</sup>.

Un edificio intelligente non è dunque necessariamente un edificio domotico ma quello che deriva dal *"gioco sapiente di vari fattori come forma, funzione, modalità di costruzione, sistema di involucro, soluzioni impiantistiche e che ha come scopo finale il raggiungimento del benessere dell'utente e la riduzione dei costi ambientali. Un edificio intelligente è quindi un edificio semplice, cioè semplice in fase di realizzazione, di dismissione e soprattutto di gestione"*<sup>51</sup>.

Nell'ambito delle interazioni che la finestra pone con i fattori ambientali esterni una relazione centrale riguarda la gestione *dell'illuminazione naturale*.

Per caratterizzare la qualità di un ambiente in relazione alla luce naturale si usa<sup>52</sup>, un indice chiamato *daylighting factor* (fattore di luce diurna) espresso in percentuale e definito come il rapporto tra l'illuminazione, misurata nel punto esaminato dell'ambiente, e l'illuminamento misurato all'esterno, su una superficie solare che vede l'intera volta celeste senza ostruzioni. Il fattore di luce diurna varia percentualmente tra l'1% e il 12%, per ambienti che vanno da poco luminosi (<1%) e ambienti molto luminosi (>12%).

E' difficile valutare l'incidenza del *daylighting factor* e della radiazione solare nella progettazione di un edificio e nella vita degli uomini che lo usano.

E' noto, dal punto di vista scientifico, che le variazioni della luce nel corso delle stagioni e della giornata influenzano il sistema ormonale dell'uomo, in particolare le ghiandole endocrine; la melatonina, per esempio, secreta dal cervello nel corso della notte induce sonnolenza; al contrario la luce del sole stimola ghiandole che aumentano l'attività<sup>53</sup>.

Inoltre, è stato dimostrato che, l'andamento della depressione subisce variazioni temporali legate alle stagioni con il suo apice alla fine dell'inverno; la terapia per la cura di tale sindrome è riconosciuta proprio nell'esposizione del paziente alla luce del sole.

Inoltre, si deve considerare che a parità di qualità cromatica, nessuna lampada raggiunge valori di rendimento luminoso della luce naturale.

<sup>50</sup> Cfr. Rossi M., *Prodotti e sistemi di involucro innovativi per il progetto di edifici energeticamente efficienti*, Edizioni Simple, Macerata, 2009, pag.33.

<sup>51</sup> Cfr. Gerhard Hausladen, *Lösungen für Gebäude, die mit weniger technik mehr können: KlimaDesign 3 + x*, in „Xia“, 07 – 09/2005, pag. 20.

<sup>52</sup> Cfr. par. 2.3.3

<sup>53</sup> Cfr. Tucci F., *Involucro ben temperato*, Alinea, Firenze, 2006, pag.74.

Tuttavia, se da un lato esiste, ed è forte, il desiderio di luce solare, dall'altro, non sono graditi fenomeni come l'abbagliamento, la perdita di privacy, i danni delle radiazioni ultraviolette e le temperature elevate.

Il rapporto uomo-luce naturale non può essere valutato solo dal punto di vista dell'ottimizzazione del comfort visivo, che potrebbe portare a preferire un'illuminazione artificiale, totalmente e stabilmente governabile, ad una naturale più disomogenea, ma sotto forma di relazione ambientale dell'uomo, ossia dei processi attraverso cui si compie la sua esperienza ambientale.

*“L'illuminazione naturale è assicurata mediante l'impiego nelle costruzioni di materiali trasmettenti, che con la loro trasparenza elevata o non che sia, consentono una sorta di continuità, una interruzione delle barriere di perimetrazione e di copertura erette dai corpi opachi, fra il dentro e il fuori.”<sup>54</sup>*

Basti pensare alla quantità di informazioni che la luce naturale convoglia all'interno di una stanza stabilendo, in questo modo, forti legami tra l'uomo e il tempo, sia cronologico che meteorologico. Ad esempio, lo scorrere delle ore durante la giornata; l'avvicinarsi dei fattori atmosferici, vento, pressione che danno luogo alle formazioni nuvolose, alle precipitazioni, ai movimenti d'aria a bassa quota, ecc.

Nel progetto ergonomico della luce entrano in gioco anche alcune variabili antropometriche, quali l'altezza degli occhi nella postura da adottare per l'attività considerata. In altri termini viene definito il campo delle attività coincidente con quello della massima osservazione e quindi della visione centrale. Rispetto a queste considerazioni, l'infisso assume un ruolo esclusivo in quanto unico elemento trasparente di una costruzione e canale di comunicazione mutevole con l'esterno.

Inoltre, la conservazione della vista esterna passa per una gestione dell'infisso attraverso operazioni di pulizia che variano a seconda della tipologia di finestre con differenze anche notevoli in termini di difficoltà e di sforzo fisico. La tematica della luce naturale chiama in causa, come si è detto, in maniera più forte che in passato, la questione dei consumi energetici legati all'uso dell'illuminazione artificiale: la sostituzione della luce artificiale con quella naturale può produrre un risparmio dal 30% al 70%.<sup>55</sup> Studi di simulazione per spazi di 54mq situati a latitudini differenti Atene, Londra e Copenaghen, hanno dimostrato che in media la luce realizza il 35% dei consumi totali di energia costituiti da illuminazione, riscaldamento e raffrescamento; i consumi elettrici salgono al 50% nel caso in cui l'edificio ha spazi profondi e dunque poco luminosi perché, nel periodo estivo, l'uso eccedente di luce artificiale determina un eccessivo calore generato dagli apparecchi per cui si rende necessario l'impiego di climatizzatori<sup>56</sup>.

#### *Classe di esigenza: fruibilità*

L'analisi del serramento relativa alla classe di esigenza della *fruibilità* è legata alle prestazioni di *manovrabilità* e di *compatibilità*, entrambe incentrate su uno studio antropometrico e del sistema cognitivo dell'uomo.

---

<sup>54</sup> Cfr. Pisano E., *op. cit.*, pag. 122.

<sup>55</sup> Cfr. Tucci F., *op. cit.*, pag. 73

<sup>56</sup> Ivi, pag.71

La comodità di uso e manovra riguarda *“l'attitudine a presentare opportune caratteristiche di funzionalità, di facilità d'uso e di manovra”*<sup>57</sup> e dipende dall'adeguatezza del sistema ad essere manovrato dall'uomo non solo “normodotato” come in passato, ma anche per fasce di utenti colpite da deficit sensoriali e motori, dall'utenza infantile abilitata all'uso o dagli anziani, tutti soggetti con specifiche problematiche.

La legge n.13 del 9-1-1989, *Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche*, e il D.M. n.236 del 14-6-1989 di attuazione dell'art.1<sup>58</sup> introducono suggerimenti, non solo per il progetto architettonico, ma anche per la progettazione di componenti tecnologici, raccomandando la rimozione degli ostacoli che limitano la fruibilità e la sicurezza all'utente finale: le finestre devono essere usate anche da persone con ridotte o impedito capacità motorie e sensoriali. Allo scopo, i meccanismi di movimentazione dovranno essere concepiti in maniera facilmente percepibili e tali da essere manovrati con il minimo sforzo di pressione.

La maniglia deve essere posta ad un'altezza tra 100 e 130 cm, con una posizione consigliata a 115 cm; la pressione massima da esercitare per l'apertura e la chiusura è di 8kg (d.m. 14-6-1989 n.236 capo IV, art.8, *Specifiche funzionali e dimensionali*, infissi esterni).

Inoltre, bisogna che sia garantito anche il requisito della visione esterna ad una persona seduta. Allo scopo, la parte opaca del parapetto non deve superare i 60 cm di altezza dal pavimento, mentre quest'ultimo, per questioni di sicurezza, deve essere posto ad un'altezza da terra di 100 cm. Mentre, in riferimento all'utenza infantile, con l'obiettivo di rendere il bambino partecipe del mondo esterno si può mantenere l'altezza delle parti opache al di sotto dei suoi occhi.

Il progetto della movimentazione è anche funzione del tipo di apertura della finestra.

*Le Direttive Comuni per l'agrément delle finestre* (1975) operano una classificazione dei serramenti in base all'apertura da movimento semplice a quello composto<sup>59</sup>.

*“Il confronto tra le misure degli organi di manovra in relazione al tipo di manovra e i dati antropometrici, consente di rilevare, in un'ottica ergonomica, la qualità del rapporto che si instaura tra l'uomo e l'oggetto –in questo caso l'infisso - durante lo svolgimento di un'attività – in questo caso l'operazione di apertura e di chiusura”*<sup>60</sup>.

Tra i dati antropometrici considerati vi sono le dimensioni della mano; una delle misure dette “prensili”, che riguarda la massima distanza raggiungibile dagli arti, in particolare, l'altezza di presa per una persona in posizione eretta;

<sup>57</sup> Norma UNI/ CE 0050, del 1980

<sup>58</sup> D.m. n.236 del 14-6-1989 (di attuazione dell'art.1 della legge n.13 del 9-1-1989), *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*, capo I, art.1

<sup>59</sup> Cfr. cap. 1

<sup>60</sup> Cfr. Pinto M. R., “Classe di esigenza: fruibilità”, in Caterina G. *Il recupero degli Infissi*, UTET, Torino, 1995, pag.177.

e due misure "dinamiche"<sup>61</sup> riguardanti l'attività muscolare dinamica, in particolare la velocità dei movimenti che il tipo di manovra consente e la forza muscolare necessaria ad aprire e chiudere.<sup>62</sup> Il secondo requisito della prestazione di *manovrabilità* riguarda la *comprensione delle manovre*.

Il requisito dell'infisso sarà quindi la sua *usabilità* intesa come la capacità del sistema di farsi usare con efficacia, efficienza e soddisfazione in un determinato contesto d'uso.

Nell'interazione uomo-finestra è necessario che l'utente abbia chiare le modalità di uso del serramento: le procedure e i modi di impiego del prodotto possono essere apprese con la semplice osservazione dell'oggetto, attraverso i vincoli e gli inviti presenti nello stesso, oppure attraverso la lettura di istruzioni o l'ascolto di spiegazioni informali date da altri. In genere, la proprietà con cui si usa un prodotto dipende dalla conoscenza che ne ha l'utente e dalla frequenza con la quale lo usa. Questo tipo di interazione, definita interazione *informativa*, costituisce la sintesi tra l'interazione fisica e quella sensoriale.

La prima, ha luogo tutte le volte che un oggetto deve essere manipolato; la seconda è presente in tutte le attività umane in quanto sono i recettori sensoriali dell'uomo a costituire il suo tramite con l'ambiente; la terza, *l'interazione informativa*, riguarda la fase conscia della percezione, quando lo stimolo è trasmesso al sistema nervoso e trasformato dall'attività corticale in informazione<sup>63</sup>.

La forma dell'oggetto diventa essa stessa una struttura informativa che per essere decifrata deve avere compatibilità con i codici informativi dell'utente, pena la perdita di comprensione o l'errore e l'insorgere di uno stato di confusione e di incertezza che può ritardare, forviare o al limite impedire le scelte<sup>64</sup>.

Nel caso dell'infisso il progetto del sistema di manovra deve essere particolarmente "collaborativo", ossia in grado di aiutare l'utente anche occasionale, nel perseguimento dell'apertura e della chiusura delle parti mobili. Considerato che l'uso degli infissi da parte degli utenti per controllare il microclima interno è molto frequente, è necessario che le manovre del serramento risultino comprensibili facilmente e particolarmente agevoli.

La *gradevolezza al contatto* indica l'attitudine della finestra ad essere "toccata" dall'utente per cui è necessario che non ci siano parti spigolose né rugose che ostacolano il benessere tattile dell'utente. Anche la scelta del tipo di materiale con cui sono fatti i telai ha un ruolo determinante in tal senso.

---

<sup>61</sup> Le misure antropometriche sono di due tipi: statiche e dinamiche. Le statiche si riferiscono alla due posizioni di base dell'uomo, la posizione eretta e la posizione assisa. Le dinamiche sono relative alle misure connesse al movimento e in particolare allo spazio necessario al movimento del corpo nelle diverse posizioni e alle zone di raggiungibilità ossia l'insieme delle distanze raggiungibili attraverso il movimento del corpo e delle sue parti. Cfr. F. Tosi, *op.cit.*, pag.207

<sup>62</sup> Cfr. Pinto M. R., *op.cit.*, pag.177.

<sup>63</sup> Cfr. Pisano E., *op.cit.*

<sup>64</sup> Cfr. Pisano E., *op.cit.*



*Compatibilità*

La *compatibilità* comprende i requisiti della *transitabilità* e dell'*attrezzabilità*.

La *transitabilità* riguarda l'attitudine a consentire il passaggio di persone ed oggetti. Il requisito è relativo alla completa fruizione dello spazio. Le dimensioni e la forma del serramento, del tipo *porta-finestra*, non devono ostacolare l'uomo nel passaggio interno-esterno.

L'*attrezzabilità* riguarda l'attitudine a consentire l'istallazione di attrezzature ed arredi anche da parte degli utenti non costituenti mano d'opera specializzata.

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

Il metodo utilizzato per lo studio sperimentale dei comportamenti degli utenti nell'uso delle finestre si basa su una sequenza di dati-analisi-ipotesi-verifica. Pertanto, in primo luogo si sono identificati i dati utili e gli strumenti necessari per individuarli; in secondo luogo, si sono effettuate le analisi specifiche; infine si sono formulate le ipotesi ed eseguite le verifiche.

#### 3.3.1 Iter dell'analisi

Come detto in precedenza<sup>65</sup>, la finestra è un'interfaccia dinamica tra ambiente interno e ambiente esterno regolata dai comportamenti degli utenti. Nell'interazione uomo-finestra-ambiente intervengono numerose variabili, ambientali, tecniche e umane, in grado di modificare le prestazioni energetiche dei serramenti. Esse sono state identificate e raggruppate in differenti scale di osservazione, che vanno dalla macroscala geografica a quella dell'utenza, così come riportato di seguito:

- scala geografica;
- scala urbana;
- scala dell'edificio;
- scala dell'infilso;
- scala dell'utenza.

All'interno di ciascuna scala sono contenuti dati di diversa natura ed entità: ambientali, tecnici, relativi agli utenti e ai comportamenti.

La scala geografica contiene dati relativi alla localizzazione del sito oggetto di studio sulle carte geografiche e solari attraverso la definizione della latitudine e della longitudine, dell'altezza del sole e dell'azimut; dati relativi all'individuazione della zona climatica di appartenenza, attraverso la definizione dei gradi giorno<sup>66</sup> e dei parametri climatici (temperatura, umidità, precipitazioni, vento).

La scala urbana comprende i dati relativi al microclima locale, alla presenza di vegetazione, di rilievi, di corsi d'acqua, all'orientamento e alla posizione rispetto a strade e vie di comunicazioni principali e secondarie.

---

<sup>65</sup> Cfr. capitolo 2

<sup>66</sup> Gradi giorno: con questa unità di misura si indica il fabbisogno termico di una determinata area geografica relativa alle vigenti normative sul riscaldamento/raffreddamento delle abitazioni. Il valore numerico rappresenta la somma, estesa ad un periodo pari alla durata convenzionale del periodo di riscaldamento, delle sole differenze giornaliere tra la temperatura interna di riferimento, fissata in Italia a 19°C, e la temperatura media esterna giornaliera. Convenzionalmente in Italia si è assunto che tale periodo corrisponda ai giorni in cui la temperatura media esterna risulta inferiore ai 12°C. Un valore di Gradi Giorno basso indica un breve periodo di riscaldamento e temperature medie giornaliere prossime alla temperatura fissata per l'ambiente. Al contrario, valori di Gradi Giorno elevati, indicano periodi di riscaldamento prolungati e temperature medie giornaliere nettamente inferiori rispetto alla temperatura convenzionale di riferimento.

La scala dell'edificio annovera i dati riguardanti il soleggiamento, i venti, l'orientamento degli edifici, la distribuzione interna delle unità abitative, in rapporto alla destinazione d'uso, le tipologie costruttive e tecnologiche degli edifici.

La scala della finestra include i dati che descrivono le finestre per tipologie: tipi di telai, tipi di vetro, tipi di apertura, tipi di schermi, tipi di accessori, forma, dimensioni e orientamento.

La scala dell'utenza, infine, riguarda i dati relativi alla tipologia d'utenza, al sesso, alla professione e alle descrizioni del campione di utenti (abitudini in casa, ecc.)

Per ognuna di queste scale di variabili, sono state elaborate delle tabelle di sintesi. La tabella è costituita da due colonne: nella colonna di sinistra è riportato il "tipo di dato", mentre nella colonna di destra il "contenuto del dato".

3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia  
(Pagani in provincia di Salerno)

TABELLA 1: SCALA GEOGRAFICA	
TIPO DI DATO	CONTENUTO
ZONA CLIMATICA TERRESTRE	<p>A_climatropicale temperatura media &gt; 18 °C</p> <p>B_clima arido evaporazione&gt;precipitazioni</p> <p>C_clima temperato caldo -3°C&lt;temp. media del mese più freddo&lt;18°C</p> <p>D_clima temperato freddo o boreale Temp.media del mese più freddo&lt;-3°C Temp.media del mese più caldo&gt;10°C</p> <p>E_clima polare Temp.media del mese più caldo&lt; 10°C (classificazione di KÖPPEN)</p>
ZONA CLIMATICA NAZIONALE	<p>A_fino a 600 GG</p> <p>B_da oltre 600 a 900 GG</p> <p>C_da oltre 900 a 1400 GG</p> <p>D_da oltre 1400 a 2100 GG</p> <p>E_da oltre 2100 a 3000 GG</p> <p>F_oltre 3000</p>
DATI CLIMATICI	<p>temperatura</p> <p>umidità relativa</p> <p>venti</p> <p>precipitazioni</p> <p>neve</p>
COORDINATE SOLARI	<p>posizione del sole: altezza e azimut</p>
STAGIONI	<p>difesa dal caldo</p> <p>difesa dal freddo</p>
AREA GEOGRAFICA	<p>nord</p> <p>sud</p> <p>centro</p>

TABELLA 2: SCALA URBANA	
TIPO DI DATO	CONTENUTO
MICROCLIMA LOCALE	Comportamento locale del vento Soleggiamento Altitudine Vegetazione Corpi d'acqua di superficie
ORIENTAMENTO	Angolo azimutale Apporto solare
VEGETAZIONE	Presenza e tipologia di vegetazione Sempreverdi o spoglianti
VICINANZA A : STRADE- FERROVIE AUTOSTRADE	Vicino alla strada/altro Fronte strada Lontano dalla strada
ZONA ACUSTICA	abitazioni, alberghi: 40 dB uffici, attività ricreative o commerciali: 42 dB ospedali, case di cura: 45 dB scuole di ogni ordine: 48 dB (legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 e DPCM 5.12.97)



3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia  
(Pagani in provincia di Salerno)

TABELLA 3 : SCALA DELL'EDIFICIO	
TIPO DI DATO	CONTENUTO
MICROCLIMA LOCALE	Comportamento locale del vento Soleggiamento Altitudine Vegetazione Corpi d'acqua di superficie
ORIENTAMENTO	Angolo azimutale Apporto solare
ESPOSIZIONE DELLE FACCIATE	Rapporto altezza/superficie
ASSETTO PLANOVOLUMETRICO	posizione del sole: altezza e azimut
FORMA DELL'EDIFICIO	Compatta Porosa Snella
DISTRIBUZIONE INTERNA	Orientamento e distribuzione interna delle unità abitative anche in rapporto alla destinazione d'uso
PRESENZA DI ELEMENTI DI FILTRO	Aggetti Scherature Portici/loggiati Serre
TIPO DI BUCATURA	Forma e dimensione
PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO	Interramento Addossamento Pesantezza (massa termica) Permeabilità (presenza di aperture nell'involucro che permettono il passaggio d'aria) Trasparenza (passaggio della luce) Isolamento (trasmissione termica) Rugosità (esistenza di volumi che sporgono) Texture Colore Assetto variabile (Serra, Coch, 1997)
SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE	Naturale Forzata
SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE NATURAL	Sistemi captanti Sistemi di accumulo Sistemi di ventilazione e trattamento d'aria sistemi di protezione solare

TABELLA 4 : SCALA DELLA FINESTRA	
TIPO DI DATO	CONTENUTO
VETRO	Semplice lastra chiara Con vetrocamera Vetrocamera con coating basso emissivo Vetrocamera con coating basso emissivo e riempimento ad argon Doppio vetrocamera
TELAIO	Spessore del telaio Buon isolamento termico Scarso isolamento termico Materiale del telaio: legno_acciaio_alluminio_pvc_misto
TIPO	finestra per luce naturale finestra per ventilazione naturale finestra per luce naturale e vista esterna finestra per luce naturale e ventilazione naturale finestra per luce naturale, ventilazione naturale e vista esterna
DIMENSIONE	piccola: inferiore a 0,5 mq media: tra 0,5 e 2 mq grande: superiore a 2 mq
FORMA	finestra orizzontale a nastro finestra verticale
ORIENTAMENTO	finestra a sud finestra a nord finestra a est finestra a ovest
F.F.Fattore finestra	molto basso un minimo di 1% basso tra 1-4%; intermedio 4-10% alto 10-25% molto alto >25%
POSIZIONE	in alto intermedia in basso
PRESTAZIONI ENERGETICHE	trasmissione luminosa fattore solare g trasmissione termica U permeabilità all'aria
MOVIMENTO	semplice (traslazione orizzontale/ verticale_rotazione) composto misto
TIPOLOGIE DI SCHERMI	mobili fissi

3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia  
(Pagani in provincia di Salerno)

TABELLA 5 : SCALA DELL'UTENZA	
TIPO DI DATO	CONTENUTO
TIPOLOGIE DI UTENZA	Composizione del nucleo familiare Ruolo all'interno del nucleo
ETA'	dai 6 ai 15 dai 15 ai 20 anni fino a 35 anni da 35 a 65 anni oltre 65 anni
SESSO	M F

*Gli strumenti per la raccolta dei dati*

Per la raccolta dei dati, descritti al punto precedente, si sono adoperati diversi tipi di strumenti.

La procedura che si è seguita, per entrare in loro possesso, consiste in :

- accedere a dati disponibili su Internet attraverso siti ufficiali di Enti pubblici e privati;
- consultare cartografie e grafici tecnici;
- impiegare software per le analisi geografiche;
- impiegare software di disegno CAD;
- impiegare software di renderizzazione;
- prelevare dati direttamente sul campo, (esempio dati rilevati dalle risposte al questionario);
- elaborazione dati acquisiti sul campo (inserire informazioni all'interno di un database);
- elaborazione dei dati attraverso diagrammi e fogli di calcolo;

*Dati climatici e ambientali*

Per effettuare le analisi climatiche esistono diverse banche dati a cui si può fare riferimento. Di seguito se ne elencano alcune :

- la normativa UNI 10349:1994 *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – dati climatici*;
- i dati *dell'Atlante metereonautico italiano*, raccolti dalla Servizio Meteorologico dell'aeronautica Militare;
- i dati *De Giorgio*,

- i dati del *Profilo climatico d'Italia* curato dall'ENEA<sup>67</sup>,
- i dati raccolti sul sito *Il meteo*<sup>68</sup> che dispone di un archivio per località;
- i dati climatici europei raccolti da *Eurometeo*<sup>69</sup>.

I dati della norma UNI si riferiscono alle medie calcolate sul ventennio 1971/1990 relativi ai capoluoghi di provincia. La norma propone, per determinare i dati di tutte le località italiane, il metodo di calcolo dell'interpolazione lineare dei dati dei due capoluoghi di provincia più vicini. *L'Atlante metereonautico italiano* è basato su un'analisi del periodo 1971/2000 e sui dati rilevati ad un numero molto maggiore di stazioni. I dati climatici *De Giorgio* propongono il metodo del *Test Reference Year*<sup>70</sup>, per 68 località italiane, calcolato a partire dai dati raccolti dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Italiana. Il *Profilo climatico d'Italia*, in 8 volumi, è scaricabile dal sito dell'ENEA e contiene i valori medi delle principali grandezze climatiche dei comuni italiani.

Nello studio di un contesto ambientale specifico oltre ai dati ufficiali, desunti dalle fonti elencate, è necessaria un'analisi microclimatica dell'area.

Il microclima *"descrive le condizioni meteorologiche dello stato atmosferico prossimo alla superficie e non oltre i 2 m di altezza di luoghi specifici e delle loro immediate vicinanze"*.<sup>71</sup>

Un'analisi microclimatica considera l'orografia, la presenza di rilievi, di corsi d'acqua, la posizione su pendio, a valle o in pianura, la vegetazione e la presenza di edifici vicini (ossia le variabili indicate nella tabella 2 : scala urbana).

Questi elementi condizionano l'andamento dei venti, l'irraggiamento, la temperatura, l'umidità determinando le reali condizioni climatiche dell'area.

Un altro fattore, importante nell'analisi climatica, è la radiazione solare.

Per lo studio del soleggiamento si considera il movimento apparente del sole così come percepito dalla località di analisi.

A tale scopo, si adoperano i diagrammi solari che permettono di descrivere il moto apparente del Sole nei vari mesi dell'anno e di far comprendere, di conseguenza, in funzione degli ostacoli artificiali e naturali intorno all'edificio analizzato, per quanto tempo e in che modo quest'ultimo sarà effettivamente esposto al sole.

I diagrammi solari sono di due tipi: cilindrico e polare. Il primo rappresenta la proiezione sul piano verticale del percorso del sole, così come è visto dalla terra; il secondo è, invece, la proiezione sul piano orizzontale del percorso stesso. I diagrammi possono essere calcolati con diversi software dedicati

---

<sup>67</sup>Cfr. Petrarca S., Spinelli F., Coglian E., Mancini M., *Profilo Climatico d'Italia*, Edizione ENEA, Roma, 1999, 8 volumi.

<sup>68</sup> Il meteo: [www.ilmeteo.it](http://www.ilmeteo.it)

<sup>69</sup> Eurometeo: [www.eurometeo.com](http://www.eurometeo.com)

<sup>70</sup> Il test Reference Year è l'anno tipo elaborato statisticamente dai dati raccolti per un periodo di almeno venti anni.

<sup>71</sup> Cfr. AAVV, *Atlante della Sostenibilità*, UTET, Milano, 2008, pag.51.

come, ad esempio, Solacalc<sup>72</sup> o direttamente in rete sul sito dell'ENEA<sup>73</sup> inserendo i dati geografici della località d'esame.

Sempre sul sito dell'ENEA è possibile definire i valori per lo studio del soleggiamento su superficie verticale, indicando l'azimut e l'inclinazione della superficie, secondo tre modelli diversi<sup>74</sup>:

- UNI 8477
- Enea-Solterm
- Iqbal

Il sito consente di inserire anche la presenza di eventuali ostacoli al sole e le ore in cui essi sono presenti.

Tra gli strumenti per il controllo dell'irraggiamento in funzione degli ostacoli che possono schermarlo nei diversi mesi dell'anno è stato scelto di operare attraverso la costruzione di un modello tridimensionale, degli edifici oggetto di studio e dell'intorno, con un software CAD. Il modello è stato importato nel programma di renderizzazione Sketchup + Google earth in cui è possibile inserire i dati geografici di riferimento (la latitudine e il nord). Essendo questo programma compatibile con Google Earth è possibile importare da quest'ultimo, il modello 3d di elementi naturali, come ad esempio i rilievi montuosi.

<sup>72</sup> Solacalc: [www.solacalc.com](http://www.solacalc.com)

<sup>73</sup> ENEA: Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente. Il sito [www.solaritaly.enea.it](http://www.solaritaly.enea.it) è specifico per il progetto solare termodinamico.

<sup>74</sup> Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale

Definizioni:

$H_{glob}$	radiazione globale (diretta+diffusa) al suolo [sul piano orizzontale]
$H_o$	radiazione extra-atmosferica (anche: extraterrestre) [sul piano orizzontale]
$K_T$	coefficiente di trasmissione globale al suolo = $H_{glob} / H_o$
$H_{diff}$	radiazione diffusa al suolo [sul piano orizzontale]
$K$	frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale = $H_{diff} / H_{glob}$

Tutte le quantità sono riferite al *dato giornaliero medio mensile*.

La procedura di calcolo richiede che sia nota  $K$  in funzione di  $K_T$ . E' possibile scegliere fra le seguenti tre correlazioni:

1) correlazione adottata dalla stessa *Norma UNI 8477*:

$$K = 0.881 - 0.972 K_T$$

2) correlazione ENEA-SOLTERM, stabilita per l'Italia, in base alle misure della *Rete attinometrica dell'ENEA*:

$$K = 1 - 1.165 (0.0695 + 0.8114 K_T)$$

3) correlazione Iqbal (da M. Iqbal, *An Introduction to Solar Radiation*, pag. 257):

$$K = 0.958 - 0.982 K_T$$

Gli andamenti delle tre correlazioni sono numericamente confrontabili. Va notato che  $H_o$  - e conseguentemente il calcolo di  $K_T$  - dipende dal valore della *costante solare Isc*, per la quale sono disponibili in letteratura le seguenti misure:

$Isc = 1353 \text{ W/m}^2$ : NASA, 1971

$Isc = 1367 \text{ W/m}^2$ : WRC, 1981

La correlazione ENEA-SOLTERM è stata stabilita in base alla seconda delle due misure; le correlazioni UNI e Iqbal invece sulla base della misura meno recente; di ciò si tiene opportunamente conto nella procedura correggendo il termine  $K_T$  del fattore

$$f = 1367/1353$$



Lo studio è stato condotto con riferimento ai tre periodi dell'anno: periodo surriscaldato, periodo sottoriscaldato ed equinozio. Per ogni periodo, come sarà chiarito meglio di seguito nell'analisi ambientale (par.3.3.2), sono verificate le condizioni di minimo, massimo e medio soleggiamento: per tre ore 10:00; 12:00; 17:00 per il periodo surriscaldato e per l'equinozio; 9:00; 12:00; 15:00 per il periodo sottoriscaldato (tenendo conto dell'ora legale).

Per ogni appartamento dell'edificio è stata messa a punto una scheda "tipo" che identifica l'appartamento stesso; le stanze di cui si compone; l'esposizione e le condizioni di sole e di ombra nelle ore e nei periodi suddetti. (vedi scheda n.1)

L'insieme delle schede restituisce un database puntuale, che ci consente di definire la condizione di irraggiamento per ogni stanza dell'appartamento di ciascun edificio oggetto dell'analisi nelle tre ore oggetto di studio.

I dati contenuti nelle schede sono stati inseriti in un software per la creazione di un database, File Maker, usato anche per la sistematizzazione dei questionari.

EDIFICIO																
APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina													
A	terzo	8	soggiorno													
			camera matrimoniale1													
			camera da letto figli2													
			camera da letto figli3													
			bagno1													
			bagno2													

Scheda 1

### Dati tecnico-costruttivi

I dati relativi al sistema tecnologico dell'edificio sono desunti dalle cartografie dell'area oggetto di studio; dai grafici del complesso edilizio, dai rilievi fotografici e metrici effettuati *in situ*.

I dati relativi alla stratificazione dell'involucro sono stati ricavati dai grafici di dettaglio dell'edificio.

I dati del sistema tecnologico sono stati organizzati seguendo il sistema di classificazione proposto dalla norma UNI 8290 (*Metodi di classificazione e di codificazione degli elementi tecnici da costruzione*).

La norma prefigura per il sistema tecnologico una sequenza classificatoria che si basa sulla scomposizione dell'edificio in:

- classi di unità tecnologiche;
- ogni classe di unità tecnologica è scomposta in unità tecnologiche;
- ogni unità tecnologica è scomposta in classi di elementi tecnici;
- ogni classe di elementi tecnici è scomposta in elementi tecnici;<sup>75</sup>

<sup>75</sup> L'unità tecnologica si identifica, con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento delle prestazioni richieste.

Per lo studio delle finestre, i dati, rilevati nel modo suddetto, sono stati integrati con altri desunti dall'elaborazione di un questionario.

Attraverso lo strumento del questionario, infatti, si sono delineate, tra le altre, anche le caratteristiche tecniche dei serramenti. In esso, in particolare, sono contenute una serie di domande, specifiche per ciascuna unità ambientale<sup>76</sup> (cucina, soggiorno, camera matrimoniale, camera da letto figli, bagni) dell'appartamento, relative alla definizione delle tipologie di materiali dei telai, delle tipologie di apertura, delle tipologie di schermi esistenti, della presenza di accessori e di eventuali doppi infissi.

I dati relativi alla forma e alle dimensioni sono stati ricavati da un rilievo fotografico ed integrati da un rilievo diretto in un appartamento campione.

#### *Dati relativi all'utenza e ai suoi comportamenti*

I dati relativi all'utenza e ai comportamenti sono desunti interamente dall'elaborazione del questionario. Quest'ultimo, infatti è servito per determinare sia, come detto, le caratteristiche tecniche dei serramenti, sia per definire le caratteristiche degli utenti.

Sono stati distribuiti 120 questionari pari al numero degli appartamenti esistenti. Essi sono in forma anonima, per non violare la privacy degli utenti e contengono 89 domande a risposta multipla (per approfondimento si veda l'appendice: il questionario).

La prima serie di domande serve a stabilire il profilo dell'utente. Esse sono relative all'età, al ruolo svolto all'interno del nucleo familiare, al sesso e alla professione.

La seconda serie di domande serve a descrivere il campione di utenza. Esse riguardano l'attività prevalente svolta in casa, il numero di ore trascorso nell'appartamento, le stanze in cui si trascorre la maggior parte della giornata. Le domande relative al comportamento di uso delle finestre sono state studiate in modo da definire due tipi di "compiti": il primo, relativo al ricambio d'aria e il secondo all'uso degli schermi solari.

Queste ultime domande sono elaborate per ciascuna stanza dell'appartamento, avendo ipotizzato la possibilità di comportamenti diversi a seconda degli ambienti e delle attività svolte.

---

L'elemento tecnico è un elemento che si identifica con un prodotto edilizio, più o meno complesso, capace di svolgere, completamente o parzialmente, funzioni proprie di una o più unità tecnologiche.

L'insieme strutturato di unità tecnologiche o di elementi tecnici, rispettivamente secondo la fase operativa metaprogettuale del processo edilizio, determina un sistema tecnologico (UNI 7867 Parte IV).

<sup>76</sup> Le unità ambientali sono un raggruppamento di attività compatibili spazialmente e temporalmente, definite in relazione a determinati modelli di comportamento dell'utenza (UNI 7867). Per unità ambientale si intende uno spazio elementare e definito, idoneo a consentire lo svolgimento di attività compatibili tra loro. (D.M.LL.PP. 14 giugno 1989, n. 236).

I dati, rilevabili dalle risposte al questionario, sono riferiti al solo periodo invernale in quanto la distribuzione e la compilazione dello stesso sono avvenute nei mesi di febbraio e di marzo.

Proprio per avere delle risposte quanto più possibile attendibili e per le quali non fosse richiesto un eccessivo “sforzo di memoria” è stato chiesto agli utenti di rispondere basandosi sui comportamenti al momento della compilazione. I questionari sono stati distribuiti nel corso di due settimane e raccolti nell’arco di un mese. Dei 120 distribuiti sono stati riconsegnati 95 correttamente compilati. I dati sono stati rielaborati e sistematizzati attraverso il software di catalogazione File Maker (come già detto in precedenza). I risultati sono esportabili in un foglio di calcolo ed esprimibili sotto forma di diagrammi e di grafici.

#### 3.3.2 Applicazione al caso studio

Il caso studio scelto è un complesso residenziale sito in Sud Italia, nella località di Pagani, in provincia di Salerno. Il nome del complesso è “parco dei bimbi” perché nell’idea originaria di progetto vi era quella di includere molte parti a verde dedicate ai giochi per l’infanzia. In realtà, solo in anni recenti, ne sono state realizzate alcune e sono stati piantati alberi ad alto fusto (pini). Il complesso residenziale ha due accessi principali (uno alla via Tortora e l’altro alla via Trieste), ed è situato all’esterno del centro storico di Pagani. A nord del complesso residenziale si snoda la rete ferroviaria, mentre sul lato est corre la strada statale SS18. A Sud, è racchiuso dai Monti Lattari, alle cui pendici si trova l’autostrada Napoli - Salerno. Il territorio circostante è mediamente costruito con una prevalenza di residenze di altezza inferiore o pari ai 13 ml. (fig.1-2) La scelta di questo caso studio è legata a diversi motivi. In primo luogo, come già notato in precedenza, va detto che tale complesso residenziale è rappresentativo di una tipologia costruttiva molto diffusa in Italia in quanto composto da edifici di media altezza (4 piani) costruiti in calcestruzzo armato, risalenti alla fine degli anni settanta e l’inizio degli anni ottanta. Il complesso residenziale si compone di nove edifici, diversi per tipologia e per orientamento. Anche questi ultimi due fattori sono stati rilevanti nella scelta: si è avuta, infatti, la possibilità di individuare, nell’ambito dello stesso caso, variabili ambientali e tecniche diverse su cui effettuare il confronto e la verifica dei comportamenti. Inoltre, questo complesso residenziale, fornisce la possibilità di analizzare i comportamenti di uso di una “porzione” piuttosto ampia di utenti, 120 famiglie, rappresentative di una condizione sociale prevalente in Italia.

Per quanto concerne la tipologia di infissi presenti, si tratta di un campione piuttosto omogeneo. In massima parte, questi ultimi sono ancora gli infissi in legno con singolo vetro messi in opera all’epoca della realizzazione degli edifici. La modifica più evidente consiste nell’aggiunta, nel 30% degli appartamenti, di doppi infissi esterni in alluminio anodizzato color oro. Anche quest’elemento è significativo, in quanto ci ha consentito di individuare due tipologie di infissi prevalenti e verificare i comportamenti degli utenti al variare

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

di altri parametri come, ad esempio, l'utenza, l'esposizione al sole e il tipo di u.a.



Fig.1

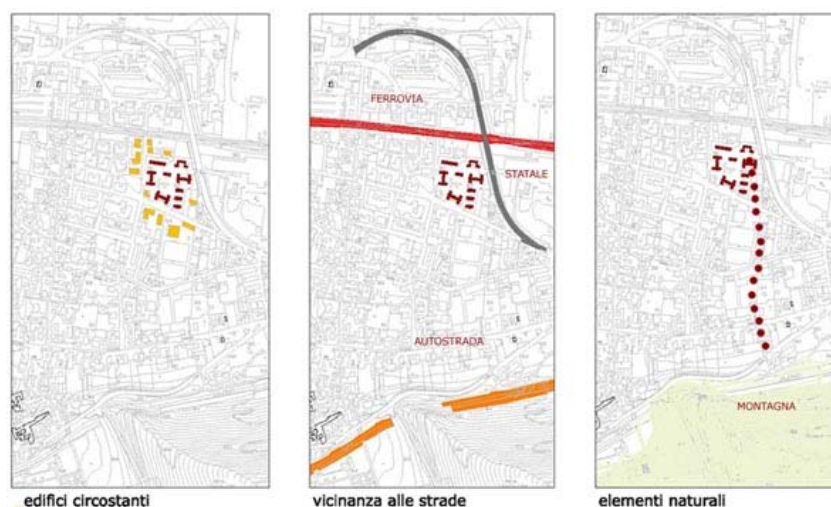


Fig.2

#### *Analisi climatica e ambientale del complesso residenziale*

Pagani, come detto, è una località in provincia di Salerno e fa parte dell'agro nocerino-sarnese. L'area è geograficamente racchiusa a nord-est dai monti Picentini, che la separano dalla provincia di Avellino; a nord-ovest confina, invece, con l'agro nolano (provincia di Napoli); ad ovest con la piana del Vesuvio (provincia di Napoli) e a sud con la barriera naturale dei monti Lattari (fig.2). Il clima della città è mediterraneo e l'area è inserita nella zona climatica C. Un detto popolare dice che per capire che tempo farà bisogna "guardare verso Castellammare", cioè ad ovest: a causa dell'influenza che il Vesuvio esercita sulle correnti d'aria, si crea intorno ad esso un vortice che convoglia i sistemi nuvolosi provenienti dal mare verso la valle del'agro.

Le temperature medie rilevate dalle due stazioni meteorologiche presenti in città (Nocera Fienga e Nocera Inferiore) non sono mai troppo basse in inverno ed estremamente elevate in estate. Tuttavia data l'orografia dell'area, in città si staziona un'elevata umidità, per cui le temperature percepite sono più estreme. Basandoci su una media trentennale 1961-1990 si è rilevato che la media del mese più freddo gennaio è di  $+9,4^{\circ}\text{C}$ ; quella del mese più caldo agosto è di  $+25,5^{\circ}\text{C}$ .

I venti sono molto deboli. Si tratta di un vento di direzione prevalente nord-est e di intensità molto bassa, circa 3 nodi, costante per tutti le stagioni, classificato come "bava di vento"<sup>77</sup>. Per questo motivo, il suo effetto ai fini dell'analisi ambientale è stato trascurato.

Le precipitazioni stanno subendo un lieve incremento, in questi ultimi anni, e sono concentrate soprattutto in autunno.

<sup>77</sup> Bava di vento: vento debolissimo (1-3 nodi), corrispondente a forza 1 nella scala Beaufort. La velocità del vento viene misurata con l'anemometro, ed espressa in km/h e viene descritta dalla scala di Beaufort, che prende il nome dall'ammiraglio britannico Francis Beaufort (Navam 1774-1857) addetto al servizio idrografico. Egli nel 1806 propose una scala per la classificazione della forza del vento in 13 gradi, che venne poi adottata dall'ammiragliato britannico nel 1838 ed in seguito al 1874 dal resto del mondo. La bava di vento corrisponde ad un vento debolissimo (1-3 nodi), e a forza 1 nella scala Beaufort.



Le analisi climatiche sono state condotte facendo riferimento alle fonti indicate nel par. 3.3.1 ed in particolare integrando i dati della normativa UNI 10349:1994 *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – dati climatici* con quelli dell'Atlante metereonautico italiano, con i dati raccolti dal Servizio Meteorologico dell'aeronautica Militare e dai siti meteo "eurometeo" e "il meteo".

I diagrammi solari sono stati calcolati direttamente in rete dal sito dell'ENEA . Lo stesso vale per il calcolo della radiazione globale media giornaliera su superficie verticali poste a Nord, Sud, Est ed Ovest.

I dati, rilevati dalle stazioni metereologiche poste di norma in località non rappresentative dell'area insediata, sono stati "corretti" al fine di tener conto del cosiddetto effetto "isola di calore"<sup>78</sup>. Di seguito si riportano i grafici relativi all'ara geografica di riferimento.

---

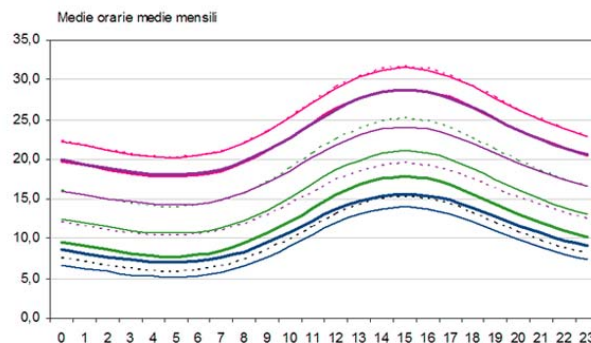
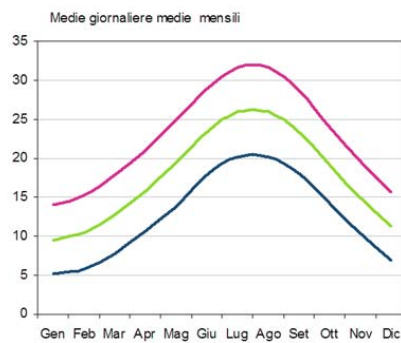
<sup>78</sup> L' isola di calore è il fenomeno che determina un microclima più caldo all'interno delle aree urbane cittadine, rispetto alle circostanti zone periferiche e rurali. Il maggior accumulo di calore è determinato da una serie di cause, tra le quali la diffusa cementificazione, la prevalenza di superfici asfaltate, la scarsità di aree verdi, le emissioni degli autoveicoli, delle industrie e dei sistemi di riscaldamento e di aria condizionata ad uso domestico. Inoltre, la disposizione degli edifici cittadini impedisce al vento di soffiare con la medesima intensità registrata nelle aree maggiormente libere fuori città, con riduzioni in intensità fino al 30%. In questo modo si limita il ricircolo di aria al suolo e il relativo effetto refrigerante durante la stagione estiva. Nelle zone urbane, inoltre, il rapporto tra superfici orizzontali e superfici verticali è più basso, ciò inibisce la dispersione di calore tramite irraggiamento.

## PAGANI (SA)



Area Geografica: Sud Italia  
 Località': Pagani (Sa)  
 Gradi Giorno: 1.184  
 Zona Climatica: C  
 Altitudine 35 m s.l.m.(min 15, max 855)  
 Zona Altimetrica: pianura  
 Latitudine: 40°45'9"00 N  
 Longitudine: 14°36'51"12 E  
 Superficie: 12,74 kmq  
 Distanza da Salerno: 13 Km  
 Distanza da Napoli: 34 km  
 Territorio: Agro Nocerino-Sarnese  
 Accensione Impianti Termici: il limite massimo consentito è di 10 ore giornaliere dal 15 novembre al 31 marzo

## Temperatura



## pagani

Mesi

Gen Feb Mar Apr Mag Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic

Stagioni

Inv Pri Est Aut

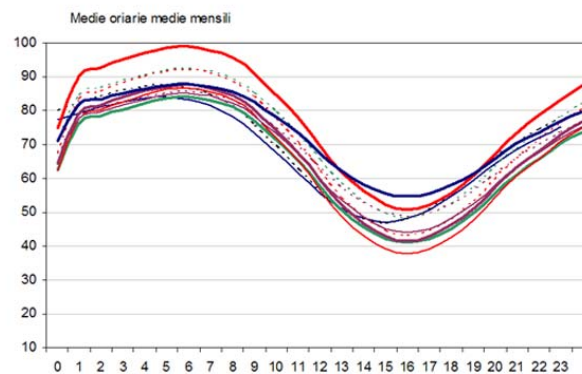
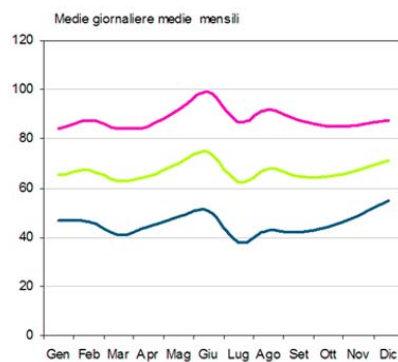
Anno

T. max. media (°C) 13,0 13,4 15,7 17,4 23,5 28,4 31,0 31,1 28,2 20,8 16,4 13,6 **13,3 18,9 30,2 21,8 21**  
 T. min. media (°C) 5,8 5,7 7,6 9,6 13,5 17,3 19,6 19,8 17,5 12,9 9,7 7,5 **6,3 10,2 18,9 13,4 12,2**

## MEDIA TRENTENNALE 1961-1990

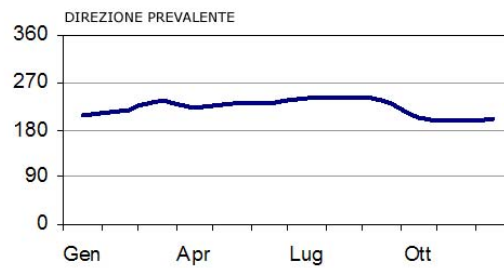
La media del mese più freddo gennaio è di +9,4°C; quella del mese più caldo agosto è di +25,5°C

## Umidità



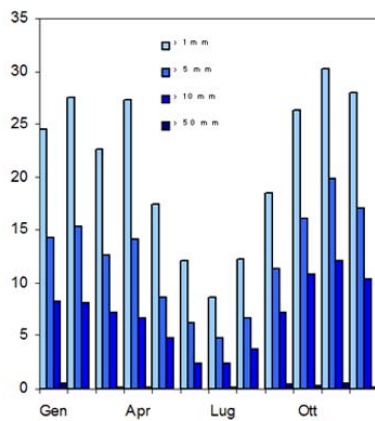
### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

## PAGANI (SA)

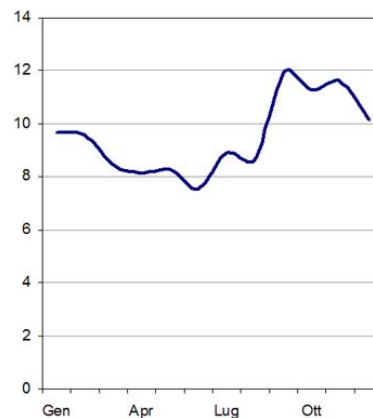


Vento  
Zona di vento: 3  
Regione di vento: C

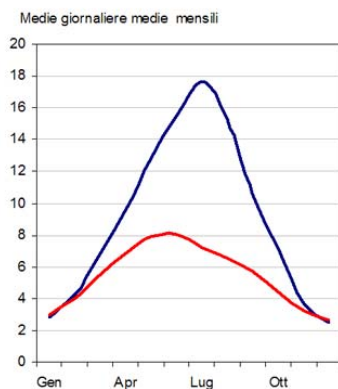
#### Precipitazioni



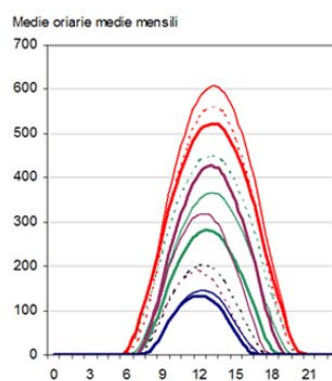
#### Piovosità media



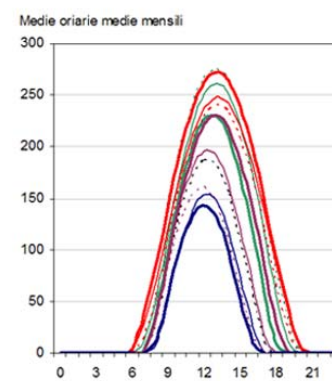
#### Irradiazione solare diretta e diffusa su piano orizzontale



#### Irradiazione solare diretta su piano orizzontale (w/mq)



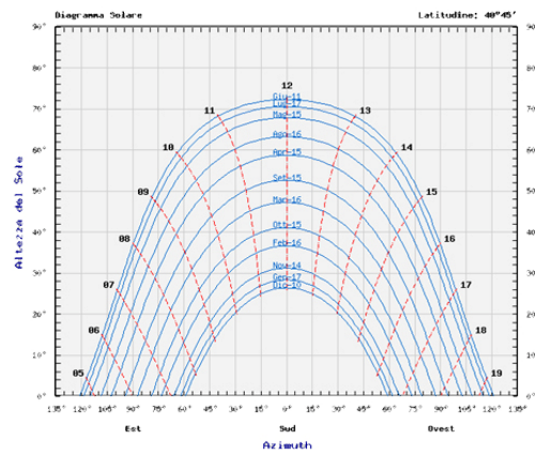
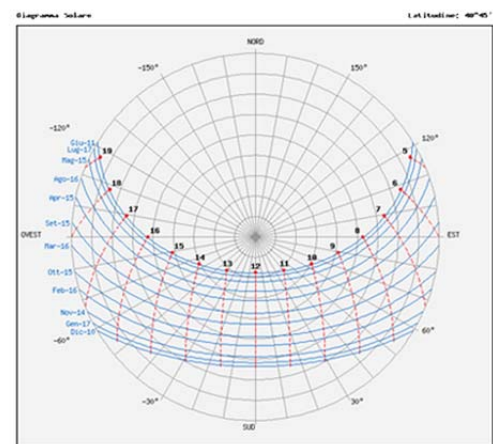
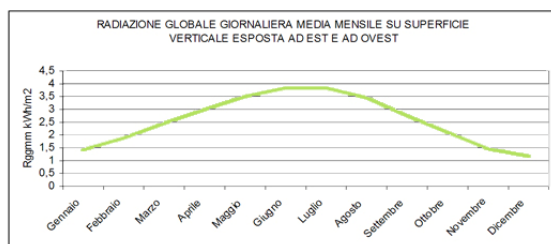
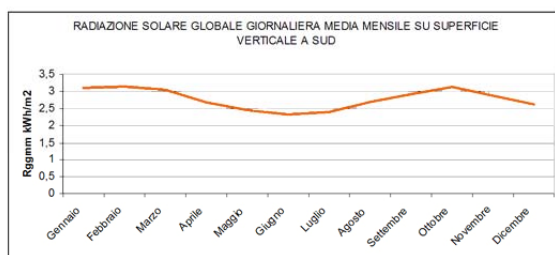
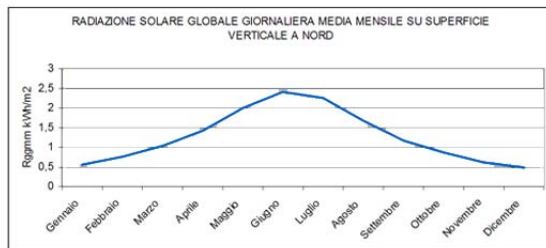
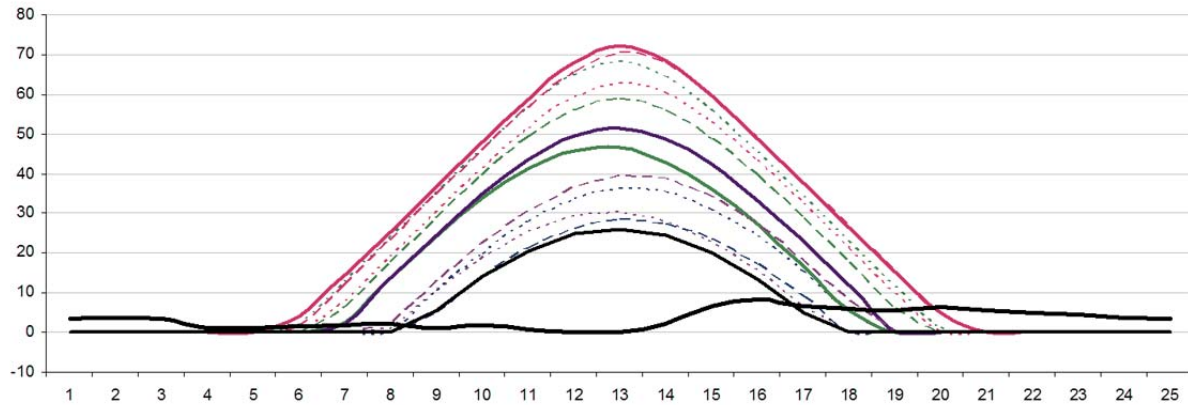
#### Irradiazione solare diffusa su piano orizzontale (w/mq)



## PAGANI (SA)



## ALTEZZA DEL SOLE ED ORIZZONTE GEOGRAFICO



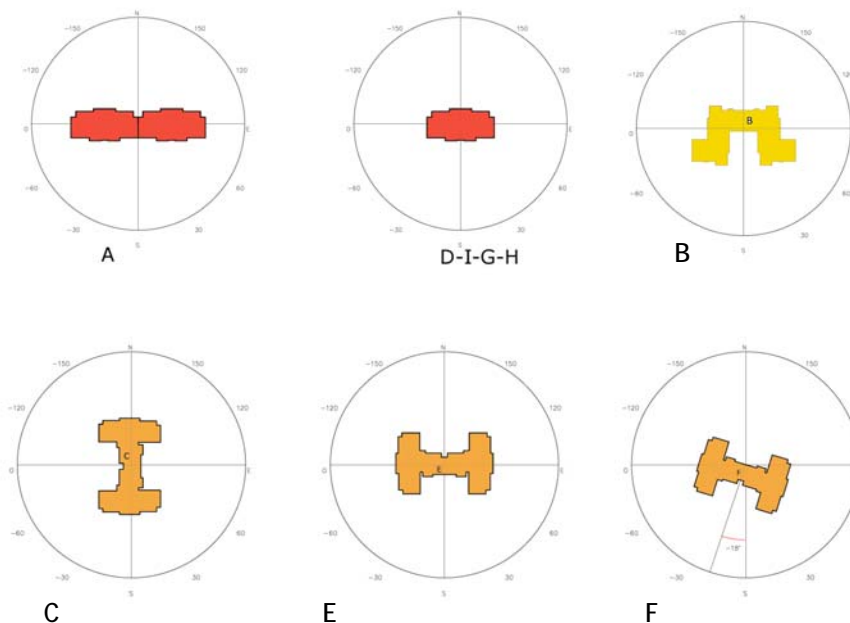
L'orientamento prevalente degli edifici è quello nord-sud. Infatti, dei nove edifici di cui si compone il complesso residenziale sono sette quelli che hanno questo orientamento. Inoltre cinque edifici hanno una forma lineare e presentano un orientamento bilaterale, in quanto i fronti est/ovest sono senza aperture.

Gli altri due edifici hanno forme più articolate:

- l'edificio "B" ha una pianta a forma di omega e fronti con esposizioni diverse.
- l'edificio "E" ha una pianta a forma in diacca (h) e anch'essa ha i fronti pluri-esposti.

I restanti due edifici hanno anch'essi forma ad acca, ma diverso orientamento.

L'edificio "C" ha orientamento prevalente est-ovest; l'edificio "F" ha un orientamento ruotato di 20° rispetto all'asse nord-sud.



L'analisi climatica si è poi concentrata sul caso studio con riferimento al soleggiamento.

Il reperimento dei dati relativi al soleggiamento del sito è stato effettuato, come già detto, attraverso la costruzione di un modello tridimensionale importato in un software di renderizzazione (Sketchup + Google earth) in cui è possibile assegnare le coordinate geografiche del sito e definire la direzione del nord. Per ogni edificio, modellizzato in Autocad in maniera fedele sulla base dei grafici di progetto e dei rilievi, è stata effettuata un'analisi del soleggiamento nei periodi sottoriscaldato, surriscaldato e per l'equinozio (Cfr. par.3.3.2)<sup>79</sup>.

<sup>79</sup> Per ogni periodo sono state individuate tre ore di riferimento: ore 10-12-17 per il periodo surriscaldato e per l'equinozio; ore 10-12-15 per il periodo invernale in cui verificare le condizioni di minimo, massimo e medio soleggiamento. I giorni in cui sono state effettuate





Fig.3 Studio delle ombre sui prospetti

Dall'analisi si è avuta la conferma che l'inverno è la stagione nella quale le superfici verticali ricevono il massimo soleggiamento. Infatti i raggi del sole sono più bassi ed hanno una direzione quasi normale alla superficie verticale; tuttavia, essendo la distanza tra gli edifici non sempre adeguata, può succedere che le ombre proiettate dagli stessi, più lunghe che negli altri periodi dell'anno, ostruiscano il soleggiamento delle finestre poste ai piani inferiori (fig.3).

In estate, invece, le superfici a Sud si trovano quasi sempre in ombra perché i raggi del sole sono schermati dagli aggetti dei balconi<sup>80</sup>.

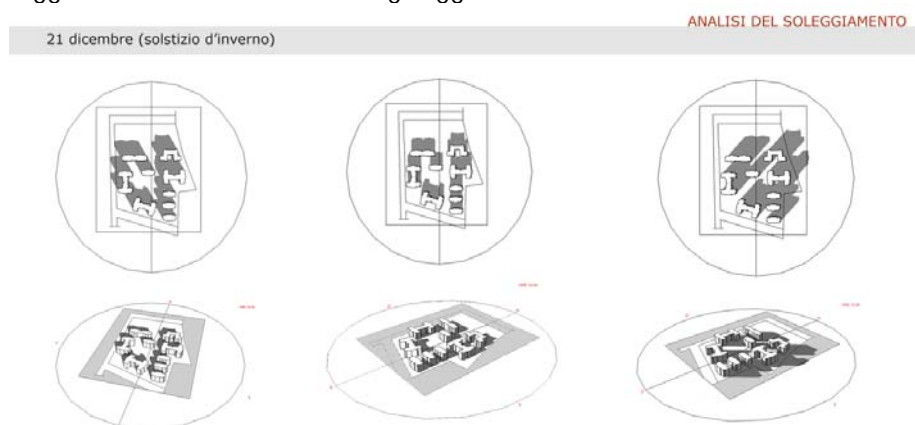


Fig.4

L'analisi del soleggiamento dei fronti è stata messa in relazione con le piante dei singoli appartamenti in modo da definire l'esposizione delle varie stanze e il numero di ore in cui le stesse sono esposte al sole nei tre periodi indicati.

I risultati sono stati sintetizzati nella scheda tipo (Cfr. par.3.3.1). Alla fine del presente paragrafo sono allegate le schede relative ai 120 appartamenti di cui si compone il parco e in fig.5 è presentato un esempio (si precisa che le schede sono 120, quanto il numero degli appartamenti, mentre i questionari, correttamente compilati, sono 95).

le analisi sono quelli del solstizio d'inverno (21 dicembre) per la stagione fredda, del solstizio d'estate (21 giugno) per la stagione calda e del 21 marzo per l'equinozio

<sup>80</sup> Per l'analisi del soleggiamento dei fronti si vedano le schede di analisi in appendice al paragrafo.

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

**EDIFICIO A**

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
scala	piano	interno			Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	1	cucina	S	Sole	Sole	Ombra	si	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra	si	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	




Fig.5\_ Scheda tipo "Analisi Ambientale dei singoli appartamenti"

I dati, inseriti nel database, hanno consentito di stabilire le esposizioni prevalenti delle singole stanze dei 95 appartamenti oggetto di studio. Si sono, infatti, individuate per il solo periodo invernale<sup>81</sup>, quattro situazioni ambientali omogenee, per ciascun stanza dell'appartamento:

1. Sole per tutte e tre le ore del giorno<sup>82</sup>;
2. Sole per due delle tre ore del giorno;
3. Sole per una singola ora del giorno;
4. Ombra per tutte e tre le ore del giorno;

Il diagramma 1 mostra il risultato dell'analisi. La condizione prevalente risulta quella dell'ombra per tutte e tre le ore del giorno in tutte le stanze dell'appartamento. Nel dettaglio, ci sono 47 cucine, 39 soggiorni, 25 camere da letto matrimoniali, 48 camere da letto figli e 49 bagni sempre in ombra. Solo 9 cucine, 10 soggiorni, 20 camere da letto matrimoniale, 11 camere da letto figli e 11 bagni sono sempre esposti al sole. Si hanno poi 16 cucine, 13 soggiorni, 14 camere da letto matrimoniale, 11 camere da letto figli e 10 bagni al sole per due delle ore di riferimento; e 22 cucine, 33 soggiorni, 36 camere da letto matrimoniale, 25 camere da letto figli e 25 bagni al sole per un'unica ora.

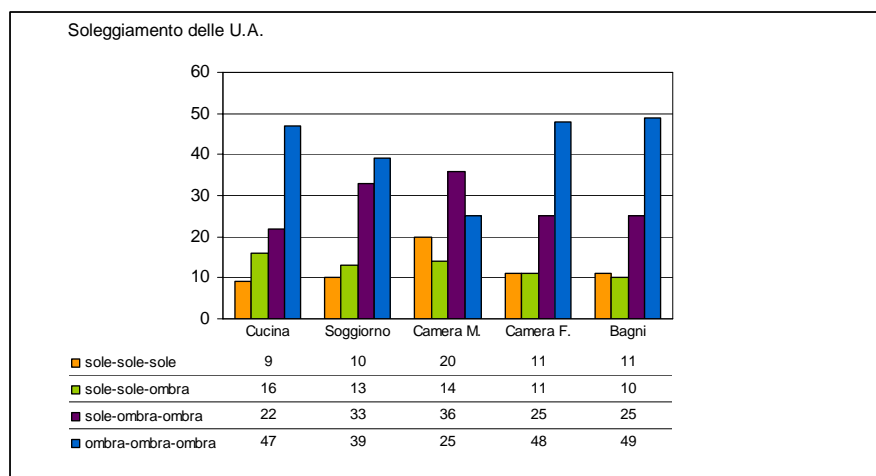
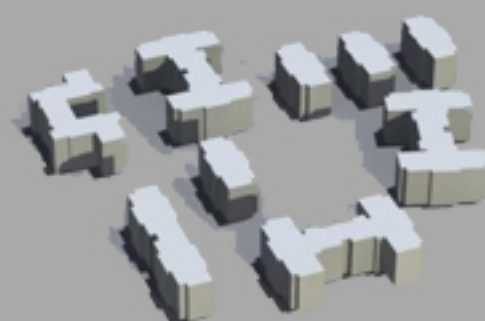


Diagramma 1\_ Grafico del soleggiamento delle unità ambientali

<sup>81</sup> Il periodo oggetto dell'analisi dei comportamenti, si ricorda, è il solo periodo invernale perché i questionari sono stati distribuiti e compilati nei mesi di febbraio e di marzo.

<sup>82</sup> Le tre ore sono quelle oggetto dell'analisi: 10:00, 12:00, 15:00 per il periodo sottoriscaldato



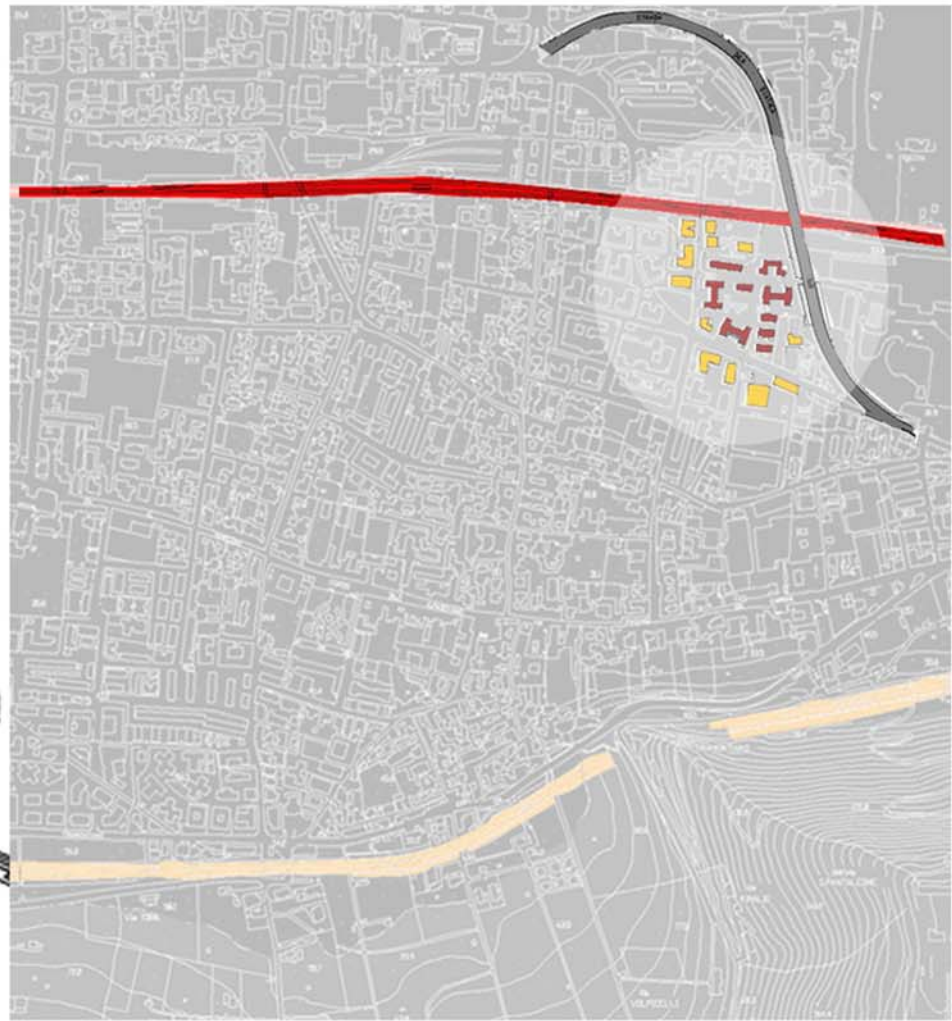
caso di studio \_parco dei bimbi \_pagani \_salerno

# CASO STUDIO \_PARCO DEI BIMBI

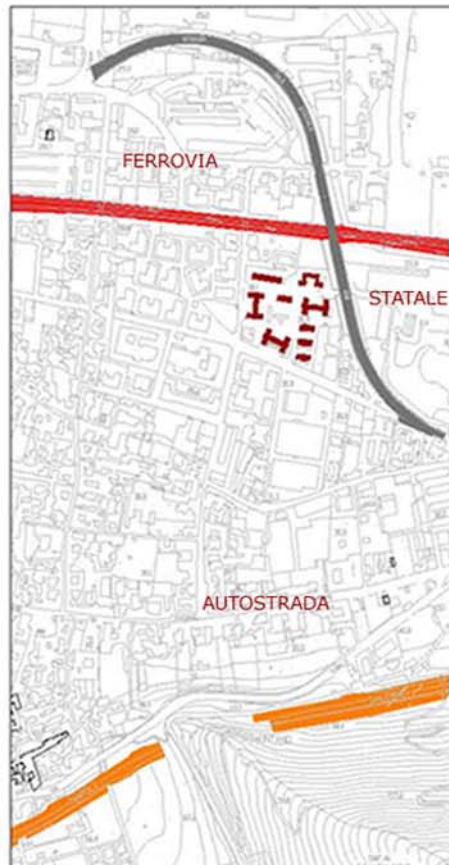
via Tortora-Trento, Pagani, Salerno



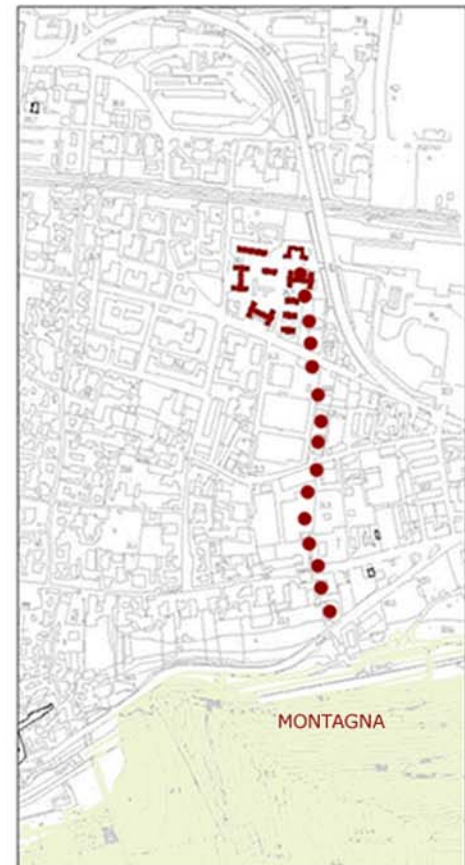
Oggetto di studio: parco residenziale  
Nome: parco dei bimbi  
Località: Pagani-Salerno  
Tipologia edilizia: edificio 4 piani  
Numero edifici: 9  
Numero appartamenti: 120  
Anno di costruzione: 1980



edifici circostanti



vicinanza alle strade



elementi naturali



# CASO STUDIO\_PARCO DEI BIMBI

via Tortora-Trento, Pagani, Salerno



1



2



3



4



5



6

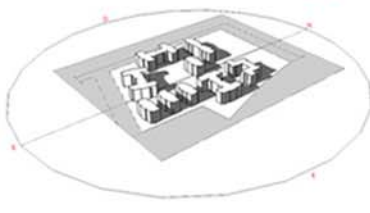
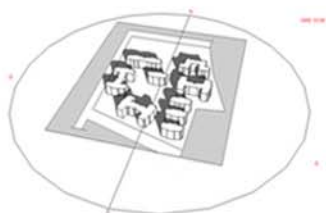
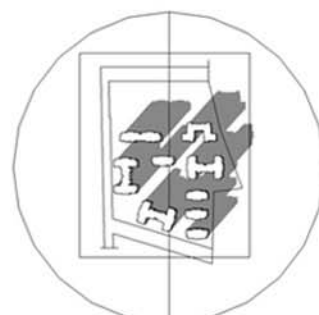
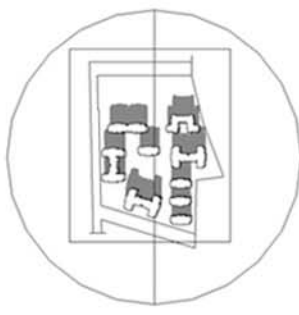
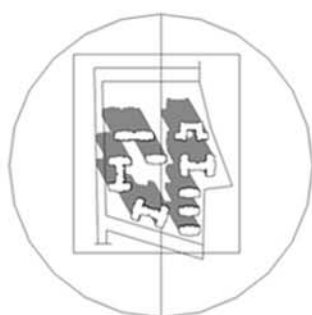




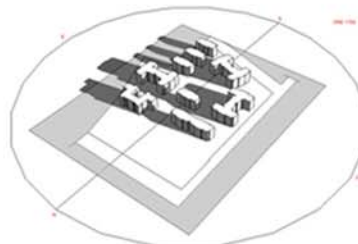
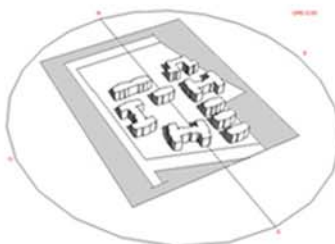
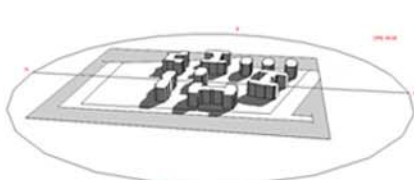
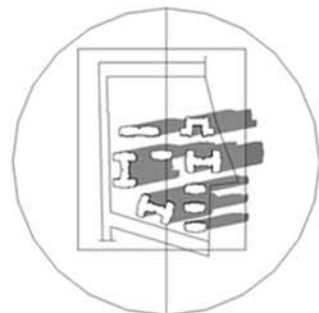
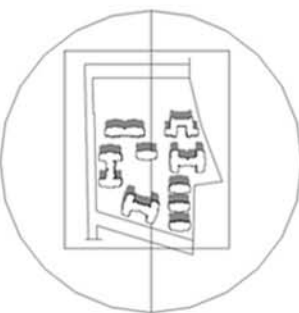
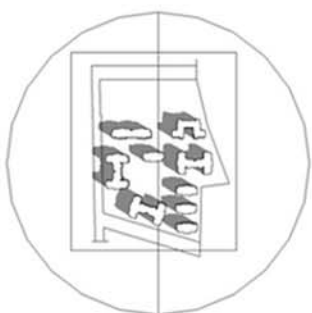


ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO

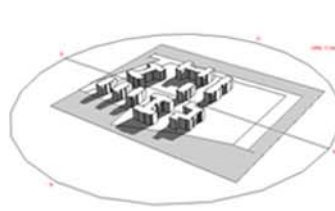
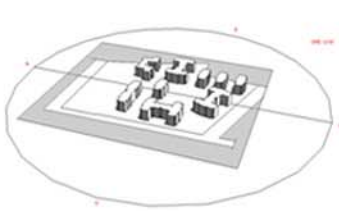
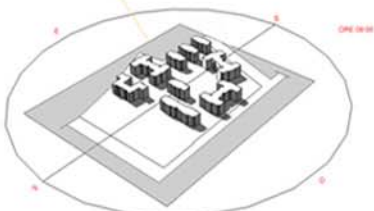
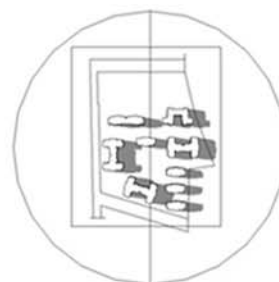
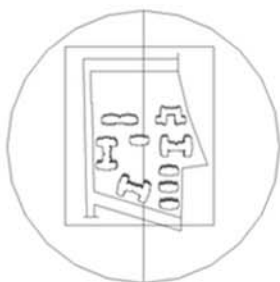
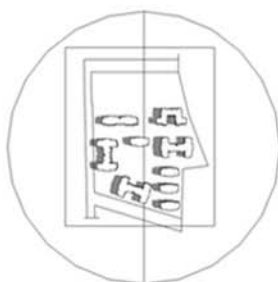
21 dicembre (solstizio d'inverno)

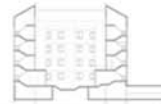


21 marzo (equinozio di primavera)



21 giugno (solstizio d'estate)

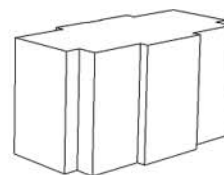




## ANALISI DELLE TIPOLIGIE EDILIZIE

### tipologia 1\_edificio bifamiliare

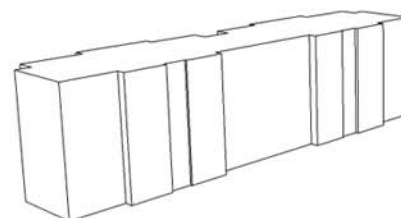
superficie coperta: 260 m<sup>2</sup> (10x26m)  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 1040 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 3380 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 972 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 1492 m<sup>2</sup>



EDIFICI D\_G\_H\_I

### tipologia 2\_edificio plurifamiliare in linea

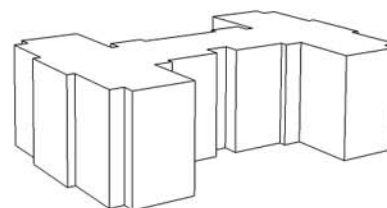
superficie coperta: 520 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2080 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 6760 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 1624 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 2664 m<sup>2</sup>



EDIFICIO A

### tipologia 3\_edificio plurifamiliare

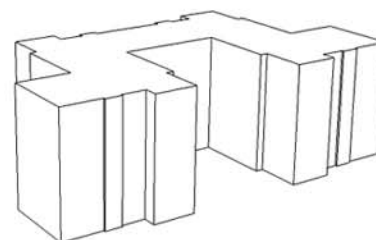
superficie coperta: 713 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2850 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 9269 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 2366 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 3792 m<sup>2</sup>



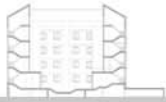
EDIFICI C\_E\_F

### tipologia 4\_edificio plurifamiliare

superficie coperta: 527 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2108 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 6851 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 2002 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 3056 m<sup>2</sup>



EDIFICIO B



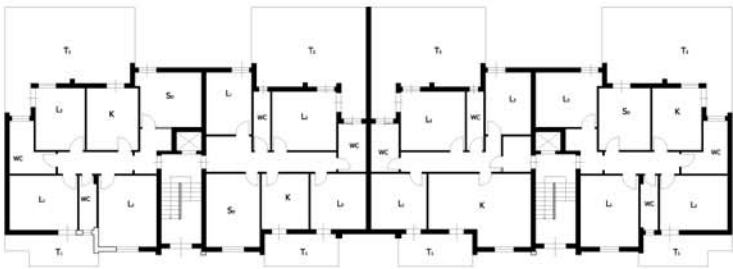
ANALISI EDIFICIO A



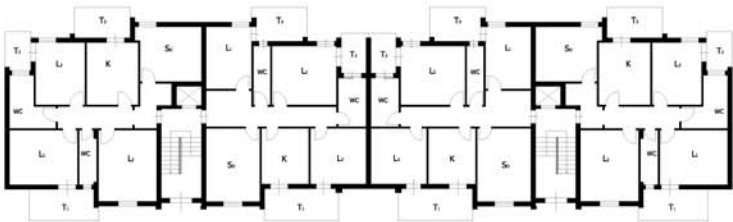
VISTA SUD



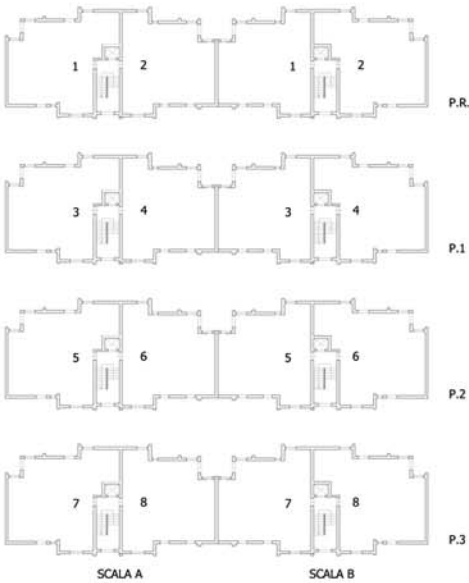
VISTA NORD



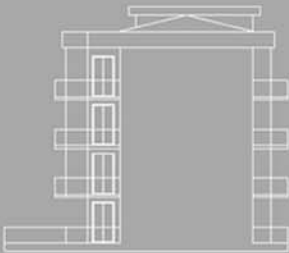
PIANTA PIANO RIALZATO



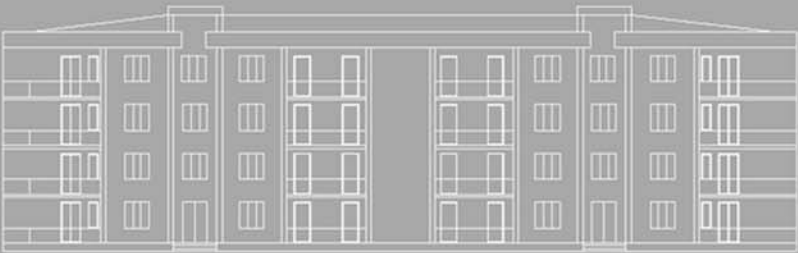
PIANTA PIANO TIPO



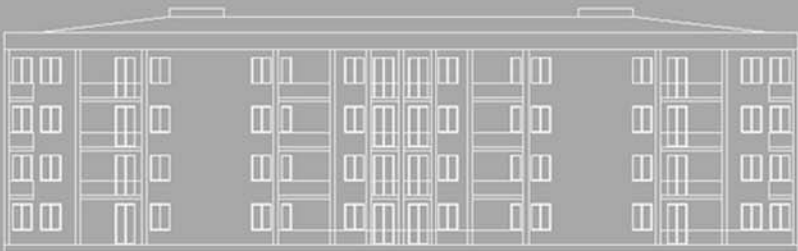
PROSPETTI



OVEST



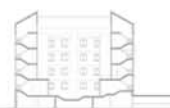
SUD



NORD

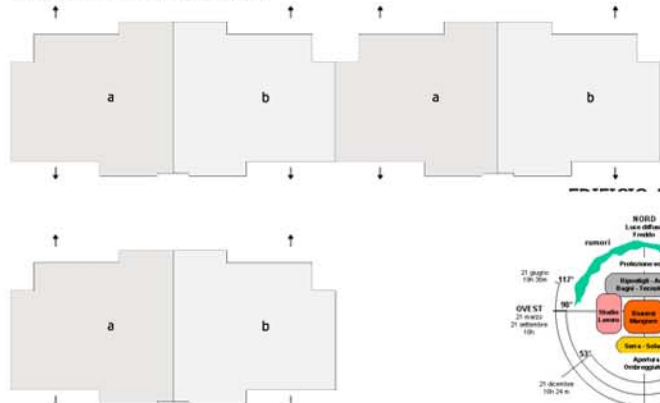


EST

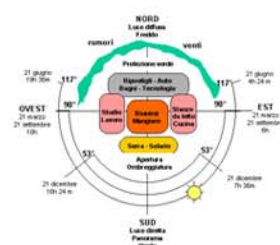


## ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI AMBIENTI IN FUNZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO

## ORIENTAZIONE BILATERALE



EDIFICIO I



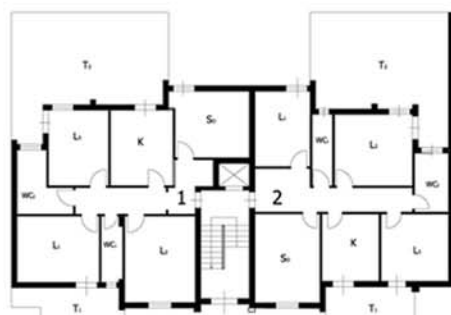
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Letto	●	●	●	●	●			
Soggiorno			●	●	●	●	●	
Pranzo			●	●	●	●	●	
Cucina			●	●	●	●	●	
Biblioteca	●	●						●
Lavanderia	●	●						●
Gioco				●	●	●	●	
Corte per stendere				●	●	●	●	
Bagni	●	●	●	●	●	●	●	●
Ripostiglio	●	●						●
Garage	●	●	●	●	●	●	●	●
Laboratorio	●	●						●
Terrazze			●	●	●	●	●	
Veranda				●	●	●	●	

La tabella fornisce indicazioni per l'esposizione delle varie stanze  
Tabella elaborata da Jeffrey E. Aronin

Gli appartamenti sono disposti con orientamento bilaterale nord-sud.

Ogni edificio è composto da due corpi adiacenti simmetrici accessibili da due scale; da 4 piani fuoriterza; da un piano garage interrato che funge da isolamento per il fabbricato; da un livello sottotetto che funge da isolamento in copertura.

L'edificio A e l'edificio I sono tipologicamente uguali con la sola differenza che l'edificio A è il doppio dell'edificio I. Per questo motivo l'analisi della distribuzione interna degli ambienti in funzione dell'orientamento è stata condotta su una pianta tipo coincidente con la pianta dell'edificio I e con la metà dell'edificio A.



PIANTA TIPO PIANO RIALZATO

scala a_interno 1	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)	●							
Soggiorno (So)	●							
Letto1 (L1)					●			
Letto2 (L2)					●			
Letto3 (L3)								●
Bagno (wc1)					●			
Bagno (wc2)	●				●			
Terrazzo1 (T1)						●		
Terrazzo2 (T2)		●						
Terrazzo3 (T3)								

scala a_interno 2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)					●			
Soggiorno (So)					●			
Letto1 (L1)	●							
Letto2 (L2)	●							
Letto3 (L3)					●			
Bagno (wc1)	●							
Bagno (wc2)	●							
Terrazzo1 (T1)					●			
Terrazzo2 (T2)								●
Terrazzo3 (T3)								

La differenza tra la pianta al piano rialzato e le piante ai piani superiori è soltanto nella dimensione delle terrazze orientate a nord.

Le terrazze al piano rialzato hanno un'estensione di 43mq mentre ai piani superiori di circa 10 mq.

In entrambi i casi l'esposizione non è ottimale essendo orientate a nord.

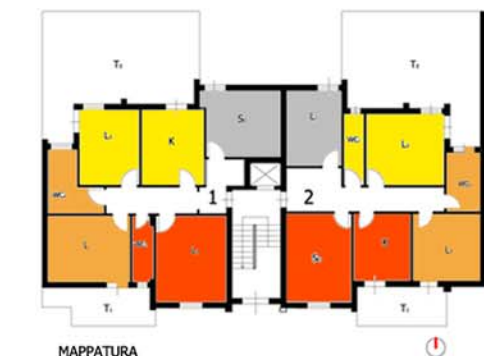


Gli appartamenti 1 e 2 hanno una distribuzione interna specchiata rispetto all'asse est-ovest

scala a_interno 1	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)	●							
Soggiorno (So)	●							
Letto1 (L1)					●			
Letto2 (L2)					●			
Letto3 (L3)	●							
Bagno (wc1)					●			
Bagno (wc2)					●			
Terrazzo1 (T1)					●			
Terrazzo2 (T2)	●							
Terrazzo3 (T3)	●							

scala a_interno 2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)					●			
Soggiorno (So)					●			
Letto1 (L1)	●							
Letto2 (L2)	●							
Letto3 (L3)				●				
Bagno (wc1)		●						
Bagno (wc2)	●							
Terrazzo1 (T1)					●			
Terrazzo2 (T2)	●							
Terrazzo3 (T3)	●							

Il variare dei colori dal rosso intenso al giallo paglierino indicano i cambiamenti di temperatura all'interno dell'appartamento a seconda dell'esposizione delle stanze.



MAPPATURA





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A PIANO RIALZATO

## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra	si	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	Rialzato	1	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	



## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	Rialzato	2	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	



## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	1	cucina	S	Sole	Sole	Ombra	si	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			baio2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	



## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	2	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A\_PIANO PRIMO

## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	primo	3	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	primo	4	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	3	soggiorno	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

prospetto nord

## EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	4	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figli3	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

prospetto nord



## EDIFICIO A

EDIFICIO AEDIFICIO AEDIFICIO A

# EDIFICIO A

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	6	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figli3	S	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO A

## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A PIANO TERZO

## EDIFICIO A

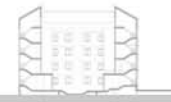
## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A PIANO TERZO

## EDIFICIO A

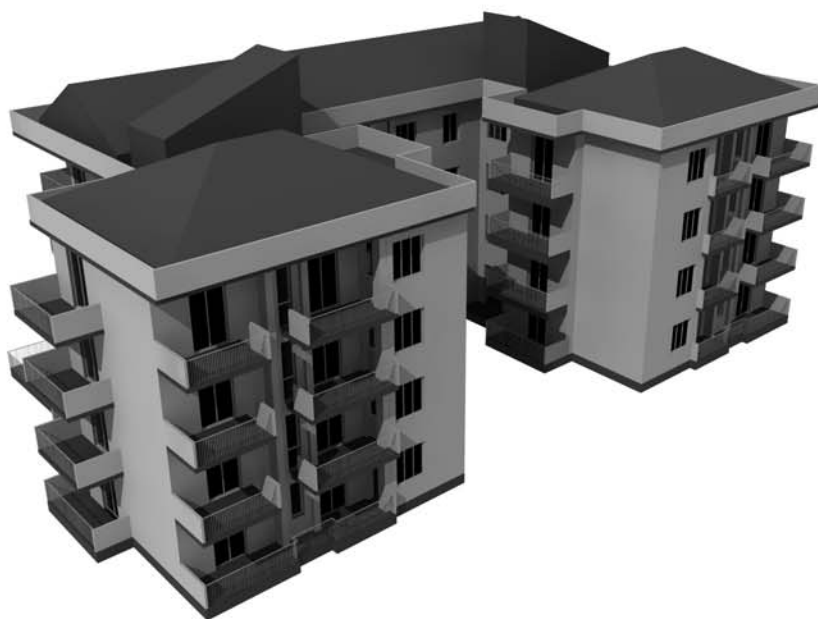
## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A PIANO TERZO

## EDIFICIO A

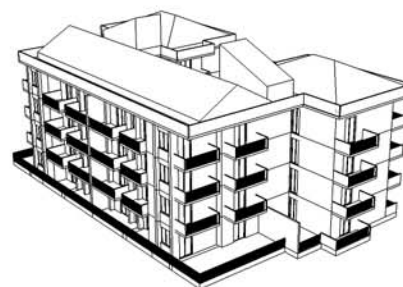
## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO A PIANO TERZO



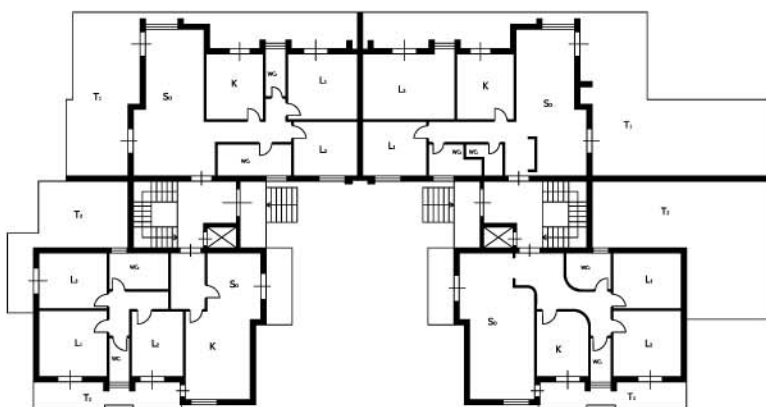
ANALISI EDIFICIO B



VISTA SUD



VISTA NORD



PIANTA PIANO RIALZATO



PIANTA PIANO TIPO



PROSPETTI



SUD



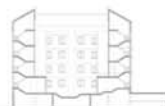
OVEST



NORD



EST



## ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE INTERNA DEGLI AMBIENTI IN FUNZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO



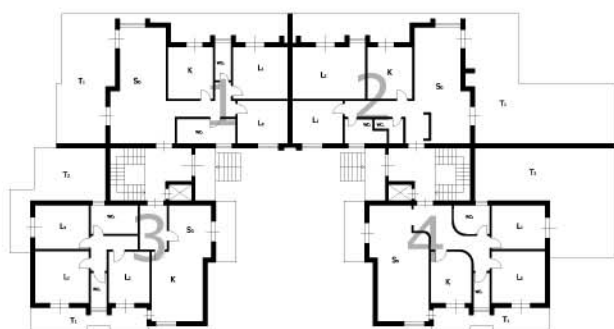
### EDIFICIO B

L'edificio è composta da due ingressi A e B e da quattro appartamenti per piano.  
L'edificio ha una pianta a forma di omega, per cui gli appartamenti hanno orientamenti prevalenti differenti a seconda della loro posizione all'interno dell'intero fabbricato.

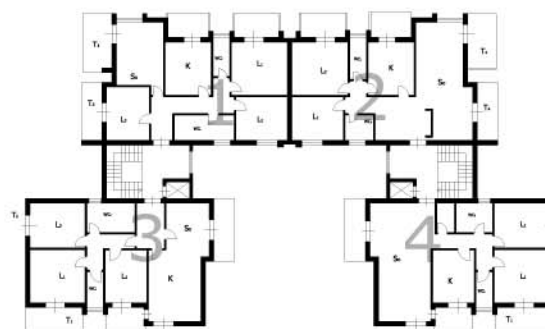
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Letto	●	●	●	●	●			
Soggiorno					●	●	●	
Pranzo			●	●	●	●	●	
Cucina			●	●	●	●		
Biblioteca	●	●						●
Lavanderia	●	●						●
Gioco				●	●	●	●	
Corte per stendere				●	●	●	●	
Bagni	●	●	●	●	●	●	●	●
Ripostiglio	●	●						●
Garage	●	●	●	●	●	●	●	●
Laboratorio	●	●						●
Terrazze			●	●	●	●	●	
Veranda				●	●	●	●	

La tabella fornisce indicazioni per l'esposizione delle varie stanze  
Tabella elaborata da Jeffrey E. Aronin

L'analisi della distribuzione interna in funzione delle destinazioni d'uso è condotta su due piante tipo relative al piano rialzato ed a un piano tipo. Le tabelle sottostanti riguardano i quattro appartamenti che compongono il piano tipo.



PIANTA TIPO PIANO RIALZATO



PIANTA TIPO PIANI SUPERIORI

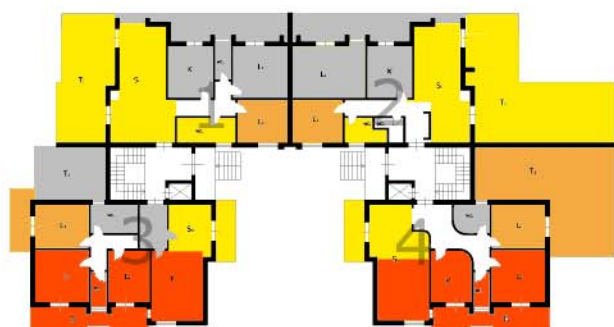
scala A_interno 1	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)	●							●
Soggiorno (So)								
Letto1 (L1)	●							
Letto2 (L2)					●			
Letto3 (L3)								
Bagno (wc-)					●			
Bagno (wc-)					●			
Terrazzo1 (T1)						●		
Terrazzo2 (T2)								
Terrazzo3 (T3)								
Terrazzo4 (T4)								

scala A_interno 2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)	●							
Soggiorno (So)		●						
Letto1 (L1)					●			
Letto2 (L2)	●							
Letto3 (L3)								
Bagno (wc-)								
Bagno (wc-)					●			
Terrazzo1 (T1)			●					
Terrazzo2 (T2)								
Terrazzo3 (T3)								
Terrazzo4 (T4)								

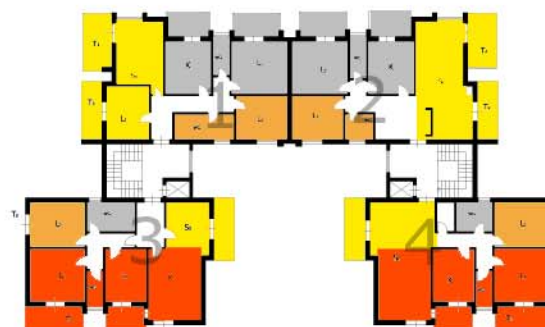
scala B_interno 3	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)					●			
Soggiorno (So)						●		
Letto1 (L1)			●					
Letto2 (L2)				●				
Letto3 (L3)						●		
Bagno (wc-)					●			
Bagno (wc-)	●							
Terrazzo1 (T1)								
Terrazzo2 (T2)								
Terrazzo3 (T3)								
Terrazzo4 (T4)								

scala B_interno 4	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)					●			
Soggiorno (So)					●			
Letto1 (L1)				●				
Letto2 (L2)					●			
Letto3 (L3)						●		
Bagno (wc-)					●			
Bagno (wc-)	●							
Terrazzo1 (T1)					●			
Terrazzo2 (T2)								
Terrazzo3 (T3)								
Terrazzo4 (T4)								

## MAPPATURA



PIANTA TIPO PIANO RIALZATO



PIANTA TIPO PIANI SUPERIORI





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO B\_PIANO RIALZATO

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	Rialzato	1	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2													


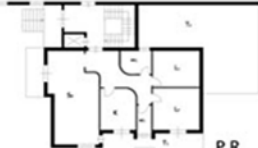


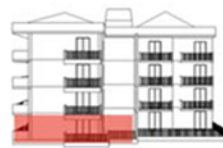






## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	Rialzato	2	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S-SO	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	1	cucina	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			soggiorno	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			9.00	12.00	17.00	NNO	10.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	2	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	









## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO B\_PIANO PRIMO

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	3	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N-E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figl2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	4	cucina	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S-SO	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	E	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3													
			bagno1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	primo	3	cucina	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figl2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	primo	4	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N-O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figl3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	








## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO B\_PIANO SECONDO

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	secondo	5	soggiorno	N-E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	secondo	6	soggiorno	S-SO	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
B	secondo	5	soggiorno	E	Ombra	Ombra	Sole		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	6	soggiorno	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera matrimoniale1	O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO B\_PIANO TERZO

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento				Vento				Irraggiamento			
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	terzo	7	soggiorno	N-E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Sole	Ombra	






PROSPETTO NORD      PROSPETTO EST

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento				Vento				Irraggiamento			
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	terzo	8	soggiorno	S-SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO SUD      PROSPETTO EST

## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento				Vento				Irraggiamento			
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
B	terzo	7	soggiorno	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO OVEST      PROSPETTO SUD

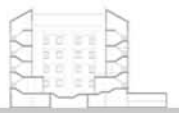
## EDIFICIO B

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento				Vento				Irraggiamento			
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	8	soggiorno	N-O	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO NORD      PROSPETTO OVEST



ANALISI EDIFICI D-G-H-I



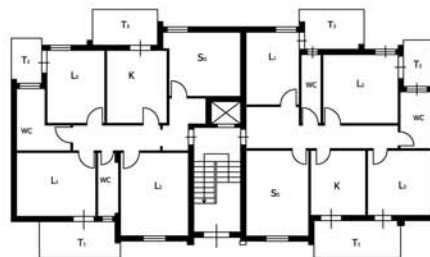
VISTA SUD



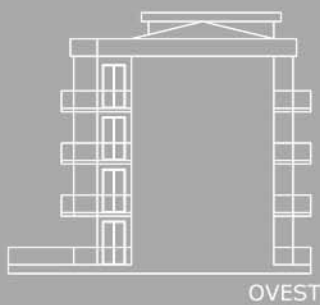
VISTA NORD



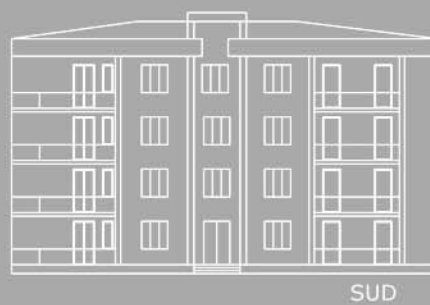
PIANTA PIANO RIALZATO



PIANTA PIANO TIPO



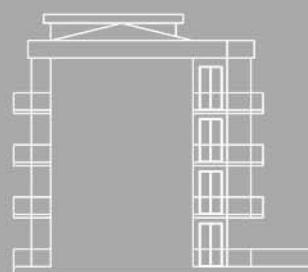
OVEST



SUD



NORD



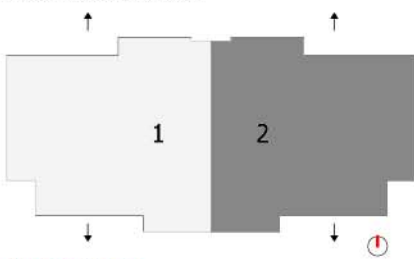
EST





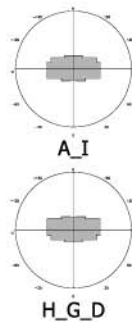
## ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE INTERNA DEGLI AMBIENTI IN FUNZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO

ORIENTAZIONE BILATERALE



EDIFICI H\_G\_D

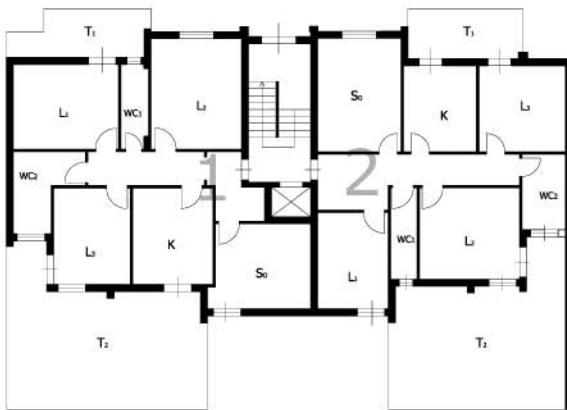
Gli edifici H, G, D presentano la stessa pianta degli edifici A e I specchiata rispetto ad un asse di simmetria parallelo all'asse est-ovest. L'edificio è costituito da un unico ingresso e da due appartamenti per piano (4 piani). L'orientamento prevalente è bilaterale secondo l'asse nord-sud.



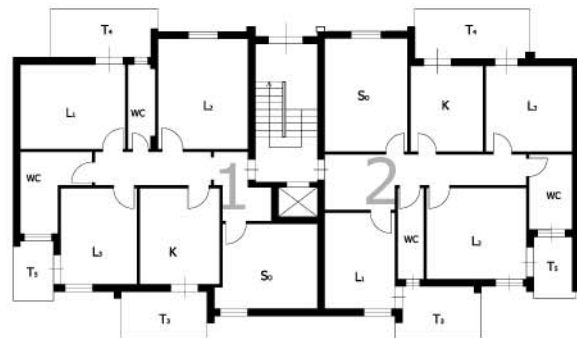
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Letto	●	●	●	●	●	●	●	●
Soggiorno				●	●	●	●	
Pranzo				●	●	●	●	
Cucina			●	●	●	●	●	
Biblioteca	●	●						●
Lavanderia	●	●						●
Gioco				●	●	●	●	
Corte per stendere				●	●	●	●	
Bagni	●	●	●	●	●	●	●	●
Ripostiglio	●	●						●
Garage	●	●	●	●	●	●	●	●
Laboratorio	●	●						●
Terrazze			●	●	●	●	●	
Veranda				●	●	●	●	

La tabella fornisce indicazioni per l'esposizione delle varie stanze  
Tabella elaborata da Jeffrey E. Aronin

L'analisi della distribuzione interna in funzione delle destinazioni d'uso è condotta su due piante tipo relative al piano rialzato ed a un piano tipo. Le tabelle sottostanti riguardano i due appartamenti che compongono il piano tipo.



PIANTA TIPO PIANO RIALZATO



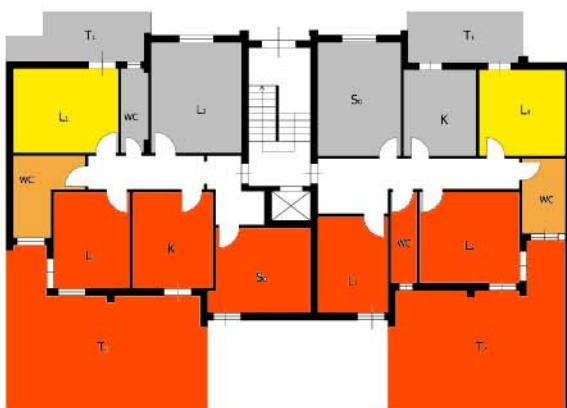
PIANTA TIPO PIANI SUPERIORI

scala A_interno 1(tipo)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)					●			
Soggiorno (So)					●			●
Letto1 (L1)	●							
Letto2 (L2)	●							
Letto3 (L3)					●			
Bagno (wc1)	●							
Bagno (wc2)					●			
Terrazzo1 (T1)	●							
Terrazzo2 (T2)					●			
Terrazzo3 (T3)					●			
Terrazzo4 (T4)	●							
Terrazzo5 (T5)					●			

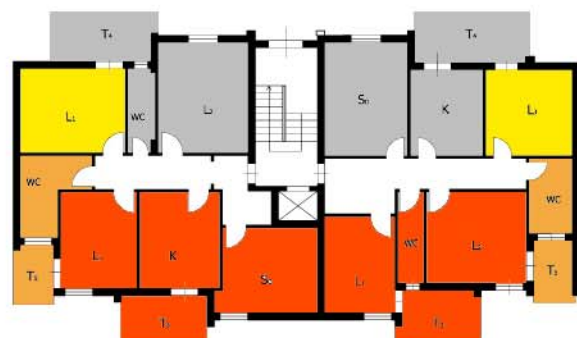
scala A_interno 1(tipo)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Cucina (K)	●							
Soggiorno (So)	●							
Letto1 (L1)					●			
Letto2 (L2)					●			
Letto3 (L3)	●							
Bagno (wc1)					●			
Bagno (wc2)					●			
Terrazzo1 (T1)					●			
Terrazzo2 (T2)	●							
Terrazzo3 (T3)					●			
Terrazzo4 (T4)	●							
Terrazzo5 (T5)					●			

La differenza tra la pianta al piano rialzato e le piante ai piani superiori è soltanto nella dimensione delle terrazze orientate a sud. Le terrazze al piano rialzato hanno un'estensione di 47mq mentre ai piani superiori di circa 10 mq.

## MAPPATURA



PIANTA TIPO PIANO RIALZATO



PIANTA TIPO PIANI SUPERIORI

## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO D\_PIANO RIALZATO E PRIMO

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO			PERIODO SOTTORISCALDATO			EQUINOZIO						
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO	
			cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
		Rialzato	1	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra		
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		



N



prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Rialzato	2	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	



1



prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
			cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	3	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







prospetto nord
prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	4	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	






prospetto nord



prospetto sud

## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO D\_PIANO SECONDO E TERZO

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO			PERIODO SOTTORISCALDATO			EQUINOZIO						
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO	
			cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
		secondo	5	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra		
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		





prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10:00	12:00	17:00	NNO	9:00	12:00	15:00	ENE	10:00	12:00	17:00	NNO
			cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	secondo	6	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Sole	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	





prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NVO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NVO
			cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	terzo	7	soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





prospetto nord

prospetto sud

## EDIFICIO D

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NVO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NVO
			cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	terzo	8	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Sole	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	





prospetto nord



prospetto sud









## EDIFICIO G

EDIFICIO G

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
	secondo	5	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
	camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra			
	camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
	camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
	bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
	bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
																
																

## EDIFICIO G

EDIFICIO G

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO					
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento		
scala	piano	interno				10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO	
			cucina	N		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			soggiorno	N		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera matrimoniale1	N		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera da letto figli2	S		Ombra	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	S		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Sole	Ombra		
			bagno1	S		Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra			
			bagno2	S		Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra			
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		
																		

## EDIFICIO G

# **EDIFICIO G**

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	terzo	7	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto fig12	N	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto fig13	N	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO G

EDIFICIO G

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	terzo	8	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figi2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figi3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto nord

prospetto sud





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO H\_PIANO RIALZATO E PRIMO

## EDIFICIO H

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO				
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO	
			cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
		Rialzato	1	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole		
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	Ombra
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		





prospetto nord



prospetto sud

## EDIFICIO H

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Rialzato	2	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO H

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NINO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NINO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	3	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figli2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			 prospetto nord  prospetto sud													

## EDIFICIO H

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	4	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	



N



prospetto nord



prospetto sud





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO I\_PIANO RIALZATO E PRIMO

## EDIFICIO I

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Rialzato	1	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figl3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

prospetto nord

## EDIFICIO I

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Rialzato	2	soggiorno	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

prospetto nord

## EDIFICIO I

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	3	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera da letto figl3	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

prospetto nord

## EDIFICIO I

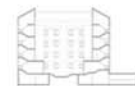
APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
	Primo	4	soggiorno	S	Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

prospetto sud

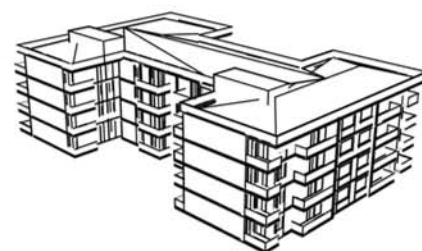
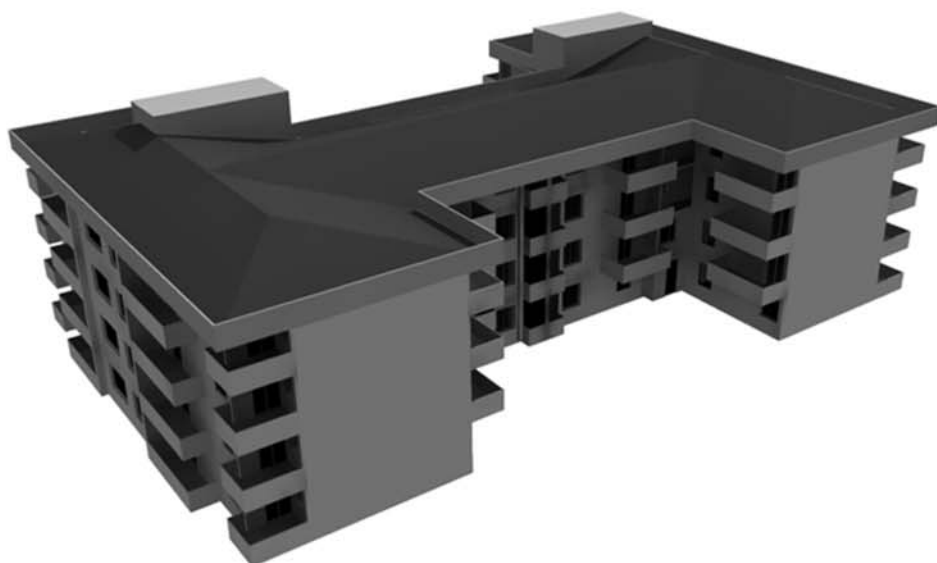
prospetto nord







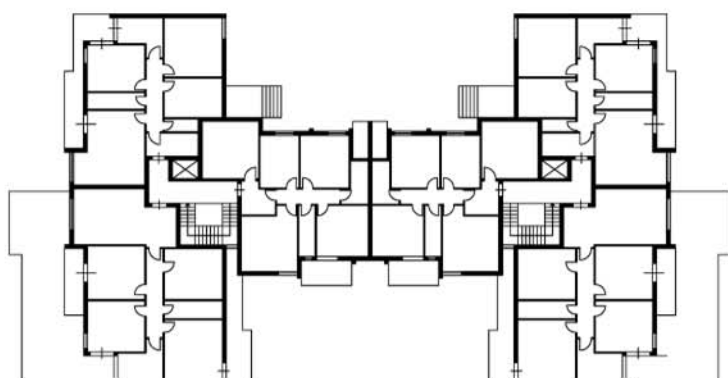
ANALISI EDIFICIO E-F-C



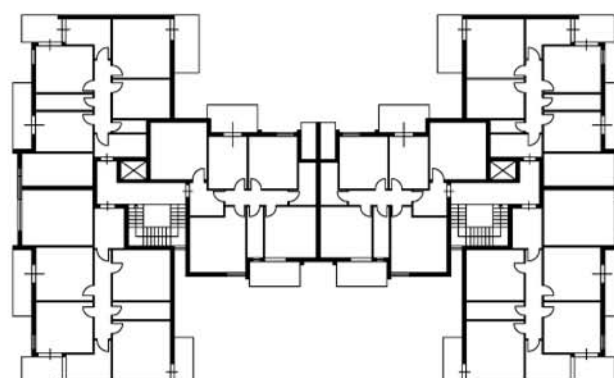
VISTA SUD



VISTA NORD



PIANTA PIANO RIALZATO



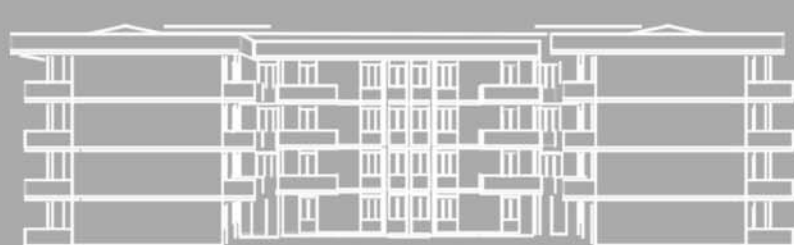
PIANTA TIPO PIANI SUPERIORI



PROSPETTO SUD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO EST





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO E\_PIANO RIALZATO

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
A	Rialzato	1	soggiorno	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD

PROSPETTO EST

## EDIFICIO E

EDIFICIO E			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	Rialzato	2	soggiorno	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO SUD

PROSPETTO EST

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	Rialzato	3	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD

PROSPETTO SUD

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	Rialzato	1	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O-N	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD

PROSPETTO OVEST









## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO E\_PIANO PRIMO





## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	primo	6	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	4	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O-N	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	5	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	6	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO E\_PIANO SECONDO

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO					
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento		
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO		
A	secondo	7	cucina	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole			
			soggiorno	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
			camera matrimoniale1	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra			
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole			
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra			
																		
			PROSPETTO NORD													PROSPETTO EST		

## EDIFICIO E

Edificio E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO				
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		ENE	10.00	12.00		17.00
scala	piano	interno	cucina	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		
A	secondo	8	soggiorno	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		
			camera matrimoniale1	E	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		
			camera da letto figli2	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		
			camera da letto figli3	SO	Sole	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		
			PROSPETTO SUD				PROSPETTO EST										

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO				
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	
					10.00	12.00	17.00		NNO	9.00	12.00		15.00	ENE	10.00		12.00
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
A	secondo	9	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra		
			camera da letto figli2	S	Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			camera da letto figli3														
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		
			PROSPETTO NORD				PROSPETTO SUD										

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00		NNO	9.00	12.00		15.00	ENE	9.00	
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	7	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O-N	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			PROSPETTO NORD				PROSPETTO OVEST									







## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO E\_PIANO TERZO

## EDIFICIO E




APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
A	terzo	12	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	10	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O-N	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	11	soggiorno	O	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO E

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	12	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3													
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO C\_PIANO RIALZATO E PRIMO

## EDIFICIO C

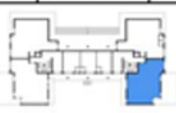



APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	Rialzato	1	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






## EDIFICIO C

EDIFICIO E			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	1	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	2	cucina	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	






## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	3	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	








## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO C\_PIANO PRIMO

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	4	cucina	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	primo	2	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	primo	3	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	primo	4	cucina	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO C\_PIANO SECONDO

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
A	secondo	5	soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO SUD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	secondo	6	soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO SUD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	secondo	7	soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO OVEST

PROSPETTO EST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento		Vento	ENE	Irraggiamento		Vento	NNO
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	5	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD

SEZIONE EST-OVEST



## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
scala	piano	interno			Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
B	secondo	6	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl2	O	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figl3	O	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno	cucina	O	10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	secondo	7	soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	terzo	8	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			soggiorno	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto fig12	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto fig13	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			bagno2	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	



22



PROSPETTO SUD



SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NVO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NVO
A	terzo	9	cucina	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	S	Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Sole	Sole	Sole	
			camera matrimoniale1	S	Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
			camera da letto fig12	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto fig13	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	S	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	E	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO SUD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9.00	12.00	17.00	N/VO	9.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	N/VO
scala	piano	interno	cucina	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	terzo	10	soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO OVEST



PROSPETTO EST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					9:00	12:00	17:00	NIVO	9:00	12:00	15:00	ENE	9:00	12:00	17:00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	8	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
																
																
																
																




PROSPETTO NORD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	9	soggiorno	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	N	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO C

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	O	Sole	Ombra	Sole	NVO	Ombra	Ombra	Sole	ENE	Ombra	Ombra	Ombra	NVO
B	terzo	10	soggiorno	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	O	Sole	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	E	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	E	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	O	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO F\_PIANO RIALZATO

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno	cucina	NO	10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	Rialzato	1	soggiorno	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
																

## EDIFICIO F

EDIFICIO E			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
scala	piano	interno			10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
B	Rialzato	1	cucina	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			soggiorno	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Sole	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





PROSPETTO NORD



SEZIONE EST-OWEST

## EDIFICIO F

Edificio 1

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNN
scala	piano	interno	cucina	SO		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra
A	primo	2	soggiorno	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	







PROSPETTO SUD



SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
scala	piano	interno	cucina	NO	10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
A	primo	3	soggiorno	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO F\_PIANO PRIMO

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
A	primo	4	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	2	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	primo	3	soggiorno	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
B	primo	4	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO F\_PIANO SECONDO

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
A	secondo	5	soggiorno	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
A	secondo	6	soggiorno	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
A	secondo	7	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	5	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	



## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO F\_PIANO SECONDO E TERZO

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	NE	Ombra	Ombra	Sole	NNO	Ombra	Ombra	Ombra	ENE	Ombra	Ombra	Ombra	
B	secondo	6	soggiorno	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO NORD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra	NNO	Ombra	Sole	Sole	ENE	Ombra	Sole	Ombra	
B	secondo	7	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO OVEST

PROSPETTO EST

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
A	terzo	8	soggiorno	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	SO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			camera da letto figli3	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	






PROSPETTO SUD

SEZIONE EST-OVEST

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento	Irraggiamento			Vento
					10.00	12.00	17.00		9.00	12.00	15.00		10.00	12.00	17.00	
scala	piano	interno	cucina	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
A	terzo	9	soggiorno	NO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera matrimoniale1	NO	Sole	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Sole	Ombra	
			camera da letto figli2	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	






PROSPETTO SUD

SEZIONE EST-OVEST



## ANALISI DEL SOLEGGIAMENTO EDIFICIO F\_PIANO TERZO

## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					9.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
A	terzo	10	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					9.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	9.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	8	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	SO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	SO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
B	terzo	9	soggiorno	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	NE	Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Sole	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Sole	Ombra	Ombra	
			bagno2	NE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	





## EDIFICIO F

APPARTAMENTO			STANZA	ESPOSIZIONE	PERIODO SURRISCALDATO				PERIODO SOTTORISCALDATO				EQUINOZIO			
					Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento		Irraggiamento		Vento	
					10.00	12.00	17.00	NNO	9.00	12.00	15.00	ENE	10.00	12.00	17.00	NNO
scala	piano	interno	cucina	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Sole	Ombra	
B	terzo	10	soggiorno	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera matrimoniale1	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Sole	Sole		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli2	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			camera da letto figli3	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno1	NO	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	
			bagno2	SE	Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra		Ombra	Ombra	Ombra	







### *Analisi tecnico-costruttiva degli edifici e dei serramenti*

Tutti gli edifici del complesso residenziale sono costituiti da quattro piani fuori terra, un piano interrato in cui sono allocati i garage; un piano sottotetto dotato di box con copertura a quattro falde.

La tipologia costruttiva è in calcestruzzo armato con fondazioni su travi rovesce in C.A. L'involucro esterno è stratificato con una parete di tamponamento di 30cm di spessore, costituita da uno strato esterno in blocchi di calcestruzzo vibrocompresso idrorepellente con finitura faccia a vista di dimensioni 12x12x24 cm; una camera d'aria di 6 cm; uno strato interno composto da blocchi forati in laterizio 12x25x25 cm; uno strato di finitura interna ad intonaco di circa 3 cm. L'analisi del sistema tecnologico è stata sintetizzata nelle schede allegate che riportano la suddivisione in classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche e classi di elementi tecnici, così come proposto dalla già citata norma UNI 8290 (vedi scheda 1).

Gli edifici possono essere raggruppati in quattro tipologie edilizie omogenee a seconda della forma dell'edificio.

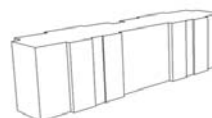
Dei nove edifici del parco, come già accennato, quattro presentano una forma lineare con una superficie coperta di 260 mq (D-G-H-I); un unico edificio (A) presenta una pianta doppia rispetto ai precedenti con una superficie coperta di 520 mq; tre edifici presentano una pianta a forma di "h" (C-E-F) e un unico edificio presenta una pianta a forma di omega.

**tipologia 1\_edificio bifamiliare**  
superficie coperta: 260 m<sup>2</sup> (10x26m)  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 1040 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 3380 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 972 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 1492 m<sup>2</sup>  
superfici trasparenti (apribili):  
rapporto S/V:



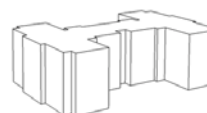
EDIFICI D, G, H, I

**tipologia 2\_edificio plurifamiliare in linea**  
superficie coperta: 520 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2080 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 6760 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 1624 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 2664 m<sup>2</sup>  
superfici trasparenti (apribili):  
rapporto S/V:



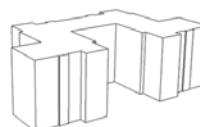
EDIFICIO A

**tipologia 3\_edificio plurifamiliare**  
superficie coperta: 713 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2850 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 9269 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 2366 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 3792 m<sup>2</sup>  
superfici trasparenti (apribili):  
rapporto S/V:



EDIFICI C, E, F

**tipologia 4\_edificio plurifamiliare**  
superficie coperta: 527 m<sup>2</sup>  
altezza: 13 m (quattro piani)  
superficie utile: 2108 m<sup>2</sup>  
volume complessivo: 6851 m<sup>3</sup>  
area chiusure verticali: 2002 m<sup>2</sup>  
area complessiva involucro: 3056 m<sup>2</sup>  
superfici trasparenti (apribili):  
rapporto S/V:



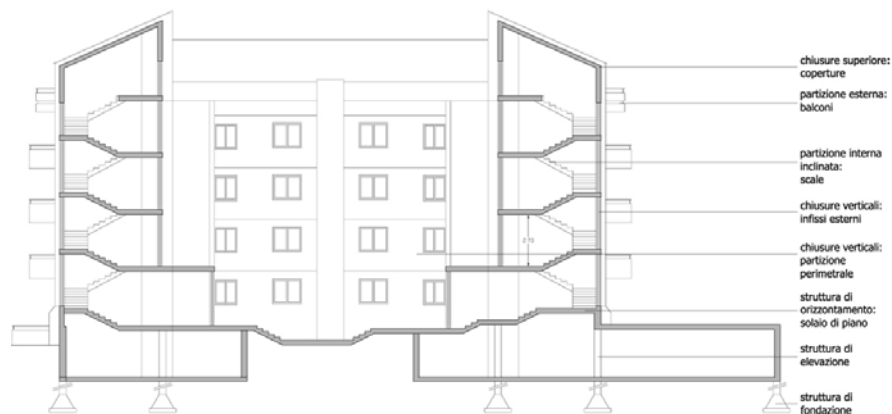
EDIFICIO B

Fig.6 Analisi delle tipologie edilizie



### 3. Usi

DATI TECNOLOGICI	l'organismo costruttivo
<b>PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO</b>	
Calcestruzzo Armato gettato in opera sia per il piano interrato che per i piani fuori terra.	
<b>SISTEMA TECNOLOGICO</b>	
<b>a) Struttura portante</b>	
Sistema di fondazione	Travi rovesce in C.A.
Sistema di elevazione verticale	Pilastrini in C.A.
Sistema di elevazione verticale del piano interrato	Pilastrini in C.A.
Sistema di elevazione verticale dei piani fuori terra	Pilastrini in C.A.
Sistema di collegamento orizzontale	Travi in C.A.
<b>b) Chiusure</b>	
Sistema di chiusura orizzontale (solai di piano)	Solaio laterocementizio
Sistema di chiusura orizzontale superiore (solaio copertura)	Solaio inclinato in laterocemento a quattro falde
Sistema di chiusura verticale	Parete di tamponamento stratificata sp.30 cm: 1° strato esterno in blocco di calcestruzzo vibrocompresso idrorepellente, finitura faccia a vista sp.24x12x12 cm; 2° strato camera d'aria sp.6 cm; 3° strato blocco forato in laterizio 25x25x12 cm; 4° strato finitura interna ad intonaco sp.2 cm; Serramenti in legno sp.7 cm con vetro singolo (80% degli alloggi) Serramenti in legno e doppi infissi esterni in alluminio anodizzato color oro sp.5 cm con vetro singolo (30% degli alloggi) Serramenti in legno alluminio sp.10 cm con vetrocamera 4-12-4 cm (5% degli alloggi) Serramenti in pvc sp.10 cm con vetrocamera 4-12-4 cm (1% degli alloggi) Cfr. par.....



Scheda 1

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

#### DATI TECNOLOGICI

<b>c) Partizioni interne</b>	
sistema di partizione interna verticale	Pareti in laterizio 25x25x8 cm
<b>d) Partizioni esterne</b>	
Logge e porticati	Balconi sbalzo 1,50 m l. variabile
<b>d) Sistema di oscuramento</b>	
Sistema di oscuramento	avvolgibile interno tende interne di colore chiaro
<b>e) Impianti</b>	
Impianto di climatizzazione	Impianto di riscaldamento con caldaia autonoma e radiatori in ghisa

#### l'organismo costruttivo



#### UNI 8290

CLASSE DI UNITA' TECNOLOGICA	<b>1.Struttura portante</b>
UNITA' TECNOLOGICHE	1.1 Struttura di fondazione 1.2 Struttura di elevazione
CLASSI DI ELEMENTI TECNICI	1.1.1 di fondazione diretta 1.2.1 di elevazione verticale 1.2.2 di elevazione orizzontale
CLASSE DI UNITA' TECNOLOGICA	<b>2.Chiusure</b>
UNITA' TECNOLOGICHE	2.1 Chiusura verticale 2.2 Chiusura orizz.le inf.re 2.3 Chiusura superiore
CLASSI DI ELEMENTI TECNICI	2.1.1 Partizioni perim. verticali 2.1.2 Infissi esterni verticali 2.2.1 Solai a terra 2.3.1 Coperture
CLASSE DI UNITA' TECNOLOGICA	<b>3.Partizione interna</b>
UNITA' TECNOLOGICHE	3.1 Partizione interna verticale 3.2 Partizione interna orizz.le 3.3 Partizione interna inclinata
CLASSI DI ELEMENTI TECNICI	3.1.1 Pareti interne verticali 3.1.2 Infissi interni verticali 3.2.1 Solai 3.3.1 Scale interne
CLASSE DI UNITA' TECNOLOGICA	<b>4.Partizione esterna</b>
UNITA' TECNOLOGICHE	4.1 Partizione esterna verticale 4.2 Partizione esterna orizz.le 4.3 Partizione esterna inclinata
CLASSI DI ELEMENTI TECNICI	4.1.1 Elementi di protezione 4.2.1 Logge e porticati 4.3.2 Rampe esterne

#### Scheda 2

L'analisi degli infissi riguarda un totale di 576 finestre, presenti nei sei ambienti dei 95 appartamenti analizzati. Il primo dato importante, che conferma le ipotesi di partenza, è quello che la maggioranza degli utenti non ha ancora sostituito le finestre originarie.

Infatti, su 95 app. solo 10 hanno sostituito le finestre e solo due hanno usufruito della detrazione fiscale del 55%. Il 94% degli infissi è in legno; il 5% in alluminio. Esiste un unico caso di infisso in PVC.

Sono stati messi in opera 188 doppi infissi in alluminio anodizzato color oro. Il 90% delle finestre è dotata di avvolgibile esterno per schermarsi dal sole; l'89% delle abitazioni è dotato di tende interne chiare; il 50% di zanzariere.

Il 96% degli infissi ha una tipologia di apertura verso l'interno; l'1,6% degli infissi ha apertura a vasistas (scheda 5).

La forma e le dimensioni delle finestre sono riportate nell'abaco allagato (scheda 4). Per completezza sono state individuate 4 tipologie di infissi (scheda 3):

- Legno e vetro singolo;
- Legno e vetro singolo + doppio infisso in alluminio esterno;
- Legno-alluminio con vetrocamera 4-12-4;
- Pvc (anche se esiste un solo esempio dichiarato);

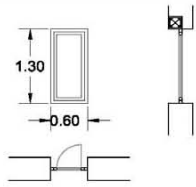
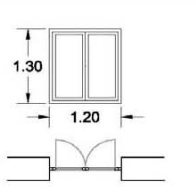
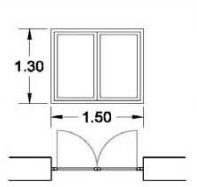
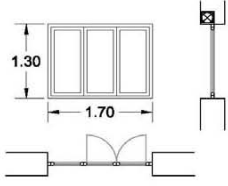
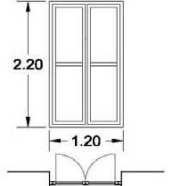




TIPOLOGIA 1		
TIPOLOGIA DI FINESTRA	FINESTRA PER LUCE-VENTILAZIONE E VISTA ESTERNA	
TIPO DI TELAIO	LEGNO SP.7cm	
TIPO DI VETRO	VETRO SINGOLO 4 mm	
MOVIMENTO	SEMPLICE (ROTAZIONE)	
TIPO DI APERTURA	VERSO L'INTERNO	
TIPI DI SCHERMI	PERSIANE - TENDE INTERNE CHIARE	
ACCESSORI	ZANZARIERE - GRATE IN FERRO	

TIPOLOGIA 2		
TIPOLOGIA DI FINESTRA	FINESTRA PER LUCE-VENTILAZIONE E VISTA ESTERNA	
TIPO DI TELAIO	LEGNO SP.7 cm + ALLUMINIO ANODIZZATO SP. 5 cm	
TIPO DI VETRO	VETRO SINGOLO 4 mm	
MOVIMENTO	SEMPLICE (ROTAZIONE)	
TIPO DI APERTURA	VERSO L'ESTERNO	
TIPI DI SCHERMI	PERSIANE - TENDE INTERNE CHIARE	
ACCESSORI	ZANZARIERE - GRATE IN FERRO	

TIPOLOGIA 3		
TIPOLOGIA DI FINESTRA	FINESTRA PER LUCE-VENTILAZIONE E VISTA ESTERNA	
TIPO DI TELAIO	LEGNO- ALLUMINIO SP.10 mm	
TIPO DI VETRO	VETRO CAMERA 4-12-4 cm	
MOVIMENTO	COMPOSTO	
TIPO DI APERTURA	VERSO L'INTERNO- VASISTAS	
TIPI DI SCHERMI	PERSIANE - TENDE INTERNE CHIARE	
ACCESSORI	ZANZARIERE - GRATE IN FERRO	

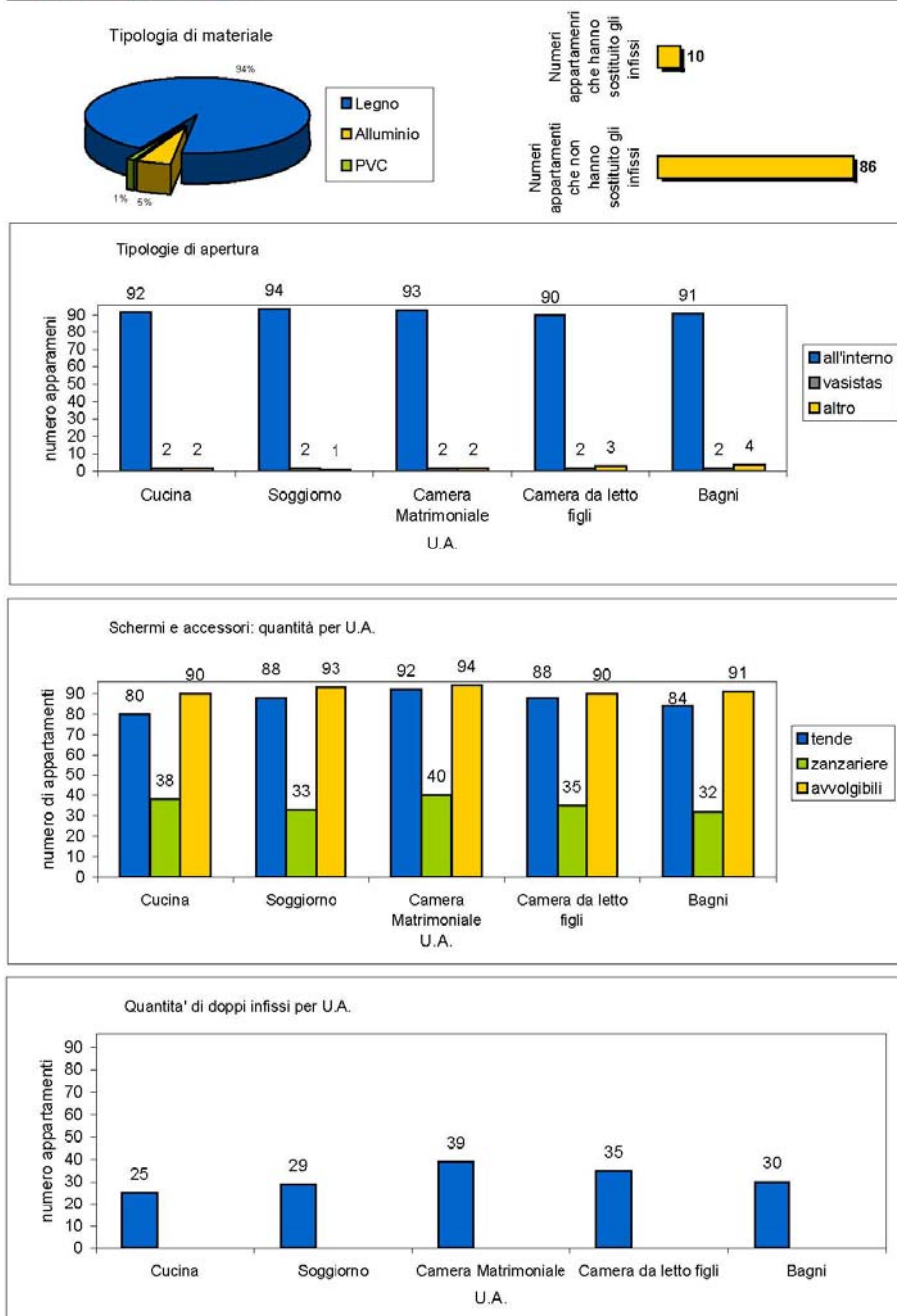
TIPOLOGIA 4		
TIPOLOGIA DI FINESTRA	FINESTRA PER LUCE-VENTILAZIONE E VISTA ESTERNA	
TIPO DI TELAIO	PVC SP.10 mm	
TIPO DI VETRO	VETRO CAMERA 4-12-4 cm	
MOVIMENTO	COMPOSTO	
TIPO DI APERTURA	VERSO L'INTERNO- VASISTAS	
TIPI DI SCHERMI	PERSIANE - TENDE INTERNE CHIARE	
ACCESSORI	ZANZARIERE - GRATE IN FERRO	

3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia  
(Pagani in provincia di Salerno)

ABACO DELLE FINESTRE (FORMA E DIMENSIONE)			
			
Finestra ad un anta con rotazione verticale laterale apribile verso l'interno	Finestra a doppio battente con rotazione verticale laterale apribile verso l'interno	Finestra a doppio battente con rotazione verticale laterale apribile verso l'interno	
		<b>SCHERMI</b>  Persiane  Tende interne chiare	
Finestra a triplo battente con rotazione verticale laterale apribile verso l'interno	Portafinestra a doppio battente con rotazione verticale laterale apribile verso l'interno	<b>ACCESSORI</b>  Zanzariere  Grate in ferro	



## ANALISI DEI SERRAMENTI



Scheda 5

*Analisi dell'utenza e dei relativi comportamenti*

L'analisi dell'utenza è stata articolata in due parti principali:

- la descrizione del campione di utenza;
- la descrizione dei comportamenti d'uso della finestra.

#### *Descrizione del campione*

In questa parte si analizza il campione di utenza individuando la composizione del nucleo familiare; l'età; il sesso e la professione dell'utente che ha compilato il questionario.

Va precisato che è stato chiesto che il questionario fosse compilato dal componente della famiglia che maggiormente "utilizza" le finestre.

L'analisi, inoltre, si basa su una serie di domande descrittive della tipologia di utenza. Esse sono relative al tempo trascorso in casa; all'attività principale svolta; all'uso e ai tempi di permanenza nelle singole stanze.

La tipologia di utenti emersa è costituita nel 100% dei casi da nuclei familiari di cui: il 34% da nuclei di 3 persone; il 29% da nuclei di quattro persone; il 21% da nuclei di due persone; il 12% da nuclei di cinque persone; il 3% da nuclei di una persona; l'1% da sei persone.

Il 44% degli utenti che ha compilato il questionario riveste il ruolo di madre all'interno del nucleo familiare; il 41% il ruolo di padre; il 4% di figlio maschio; il 7% di figlia femmina; l'1% di nonno; il 3% altro.

Di conseguenza nel 52% dei casi il questionario è stato compilato da persone di sesso femminile e nel 48% dei casi da persone di sesso maschile.

L'età prevalente è piuttosto alta: il 32% degli intervistati ha un'età compresa tra i 61 e i 70 anni; il 20% tra il 51 e il 60; il 15% tra i 31 e i 40 anni; il 13% oltre i 70 anni; l'11% tra i 41 e i 50 anni e il 9% tra i 20 e i 30 anni.

Infatti, il 34 % degli utenti è costituito da pensionati e il 27% da casalinghe.

Il 65% delle persone trascorre la maggior parte della giornata in casa; il 15% solo la mattina e la sera; il 12 % solo il pomeriggio e la sera; l'8% solo la sera.

L'attività principale svolta in casa è quella delle pulizie nel 56% dei casi; di guardare la tv nel 37% dei casi e in percentuali minori di riposare, badare ai bambini e leggere o studiare. L'ambiente in cui si trascorre più tempo è la cucina nell'88% dei casi. E' stata formulata una domanda sull'uso della luce elettrica in casa ed è risultato che la cucina è nell'87% dei casi l'ambiente in cui si utilizza maggiormente.

Nelle schede che seguono sono riportati, in forma di diagrammi, i risultati descritti nel testo.

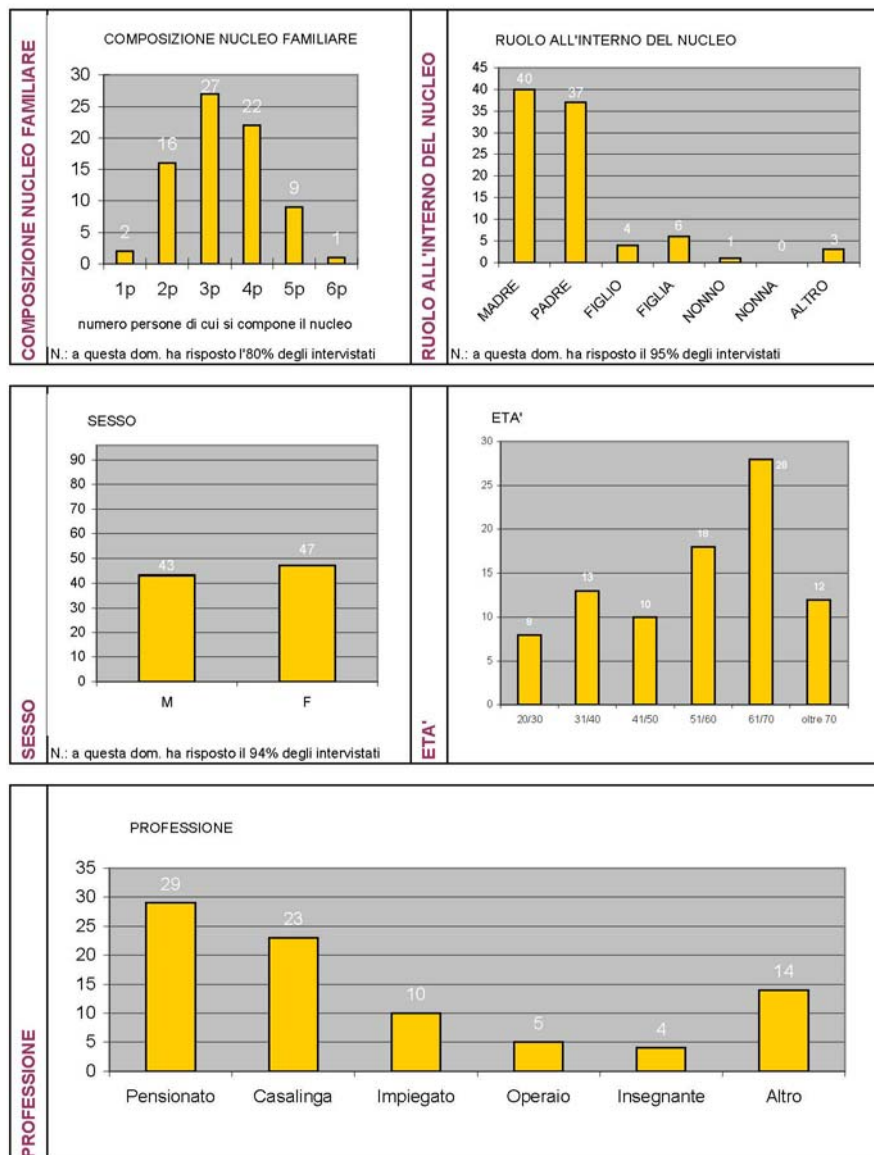
#### *Analisi dei comportamenti*

Il comportamento di uso è stato analizzato tenendo conto delle due operazioni principali che l'utente svolge a contatto con la finestra: aprire la finestra per effettuare il ricambio d'aria giornaliero; utilizzare gli schermi solari. In quest'ultimo caso si è tenuto conto che, sebbene il periodo analizzato è quello sottoriscaldato, è ipotizzabile che il sole, in alcune ore del giorno, possa essere fattore di disturbo per l'utente. Infatti in un ambiente interno in cui penetra il sole, la zona soleggiata e la zona in ombra presentano situazioni diverse a parità di temperatura dell'aria, velocità ed umidità relativa.

*"Oltre a ciò, un individuo collocato all'interno della zona soleggiata riceve la radiazione solare solo su alcune porzioni del corpo: la temperatura superficiale del corpo presenta quindi delle disomogeneità, tanto maggiori*

quanto più è elevata l'intensità della radiazione solare, che danno comunque origine a disagio, anche se la media fra le temperature misurabili sulla pelle ha un valore accettabile. Per tale motivo anche nei periodi sottoriscaldati, in cui è desiderabile l'apporto termico solare, la penetrazione di sole negli ambienti abitabili deve essere controllata in modo da impedire che la radiazione solare colpisca direttamente l'utente.<sup>83</sup> Tuttavia, per proteggersi dalla radiazione solare invernale, come detto nel primo capitolo, può essere sufficiente l'impiego di tende. Infatti, l'uso di avvolgibili andrebbe ridotto al minimo per non contrastare i guadagni solari passivi che avvengono attraverso le superfici vetrate e che in inverno costituiscono una parte delle voci positive del bilancio energetico dell'edificio.

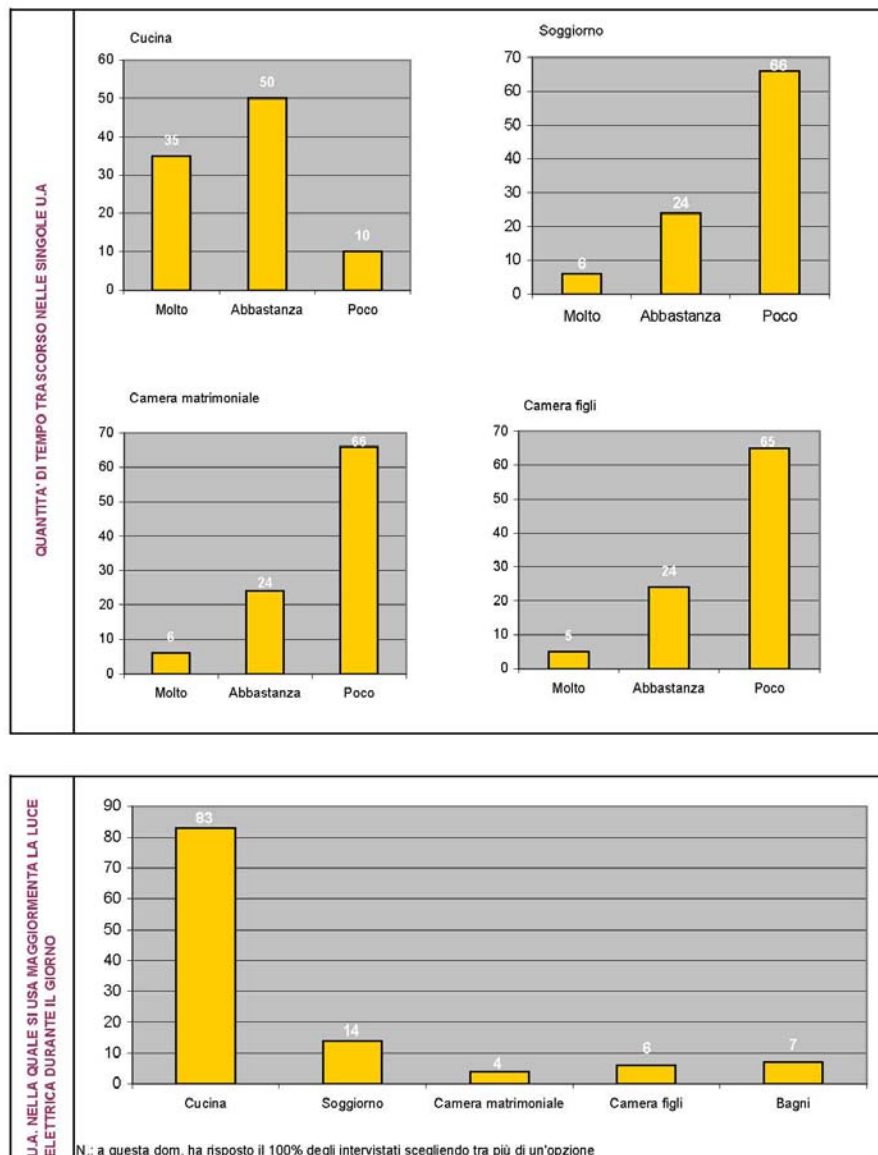
a) Tipologie d'utenza



Scheda 6

<sup>83</sup> Ciotto R., *I componenti del paesaggio urbano, Finestre*, Maggioli Editore, pag. 240.

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)



Scheda 7

Come proposto da Ciottoli,<sup>84</sup> si possono determinare le ore in cui la radiazione negli ambienti interni deve essere evitata, mediante l'uso del diagramma solare: sovrapponendo il diagramma che rappresenta il percorso del sole ad una data latitudine al diagramma energetico si individuano i punti temporali nei quali la radiazione solare ha un contenuto energetico superiore a quello massimo accettabile.

Per analizzare i comportamenti si sono rielaborati i dati inseriti nel database. Ad esso, infatti, si possono formulare delle "interrogazioni", per conoscere il numero esatto di utenti che ha scelto la stessa opzione tra le diverse

<sup>84</sup> Ibidem



possibilità contenute nelle domande, e si possono, inoltre, incrociare diverse variabili tra di loro. In questa fase, tuttavia, si prescinde dall'interazione con le altre variabili (il tipo di utenza, le caratteristiche ambientali della stanza) che verranno aggiunte nello stadio successivo del lavoro. Qui, infatti, sono stati delineati alcuni comportamenti "tipo" che si ripetono con maggior frequenza, per questo motivo anche definiti "comportamenti preferiti".

In riferimento alla modalità di ricambio dell'aria emerge che il 73% degli utenti spalanca le finestre contro il 27% che le lascia socchiuse per lungo tempo. I comportamenti sono simili in quasi tutti gli ambienti della casa, con il valore massimo rilevato in cucina (Diagramma 2).

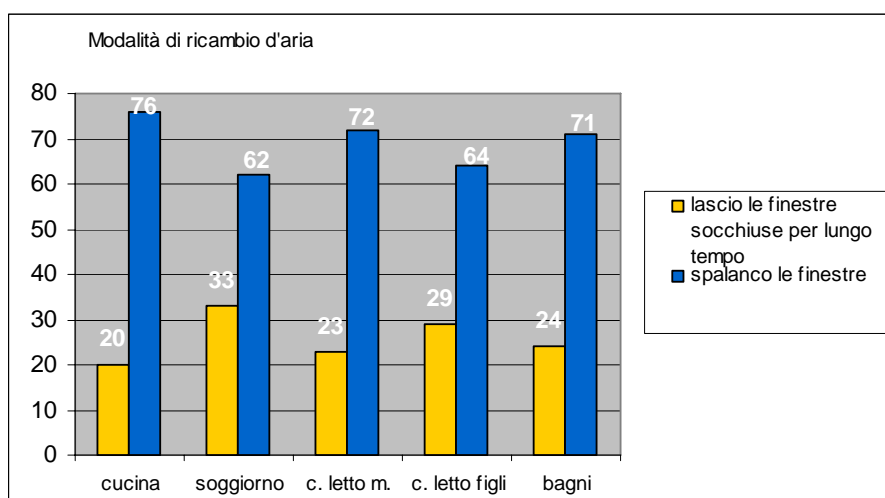


Diagramma 2

Oltre alla modalità di apertura, è stato chiesto agli utenti (sempre ripetendo le domande per le diverse stanze dell'appartamento) il tempo di ricambio dell'aria, il numero delle volte durante una giornata in cui si aprono le finestre e se esistono condizioni, talvolta legate alla specifica stanza, che comportano un incremento di tale numero.

I risultati, schematizzati nei grafici che seguono, identificano situazioni in cui il tempo prevalente di apertura delle finestre coincide con quello massimo contenuto nelle opzioni di risposta, ossia per più di venti minuti nel 65% dei casi, a prescindere dalla specifica stanza. Il 17% degli utenti apre per un tempo compreso tra 10 e 20 minuti; l'8% apre per cinque dieci minuti e il restante 8% per cinque minuti (Diagramma 3).

Mentre, in relazione al numero delle volte in cui si aprono le finestre esistono situazioni differenti a seconda degli ambienti. L'82% delle persone apre più di tre volte al giorno le finestre in cucina e il 76% apre più di tre volte al giorno le finestre nei bagni. In stanze meno occupate, come la camera da letto matrimoniale e il soggiorno, si apre, in massima parte (44%), una sola volta durante la giornata. C'è anche una percentuale, l'8%, che ha risposto di non aprire mai le finestre in ambienti meno occupati della casa come il soggiorno e la camera da letto dei figli (Diagramma 4).

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

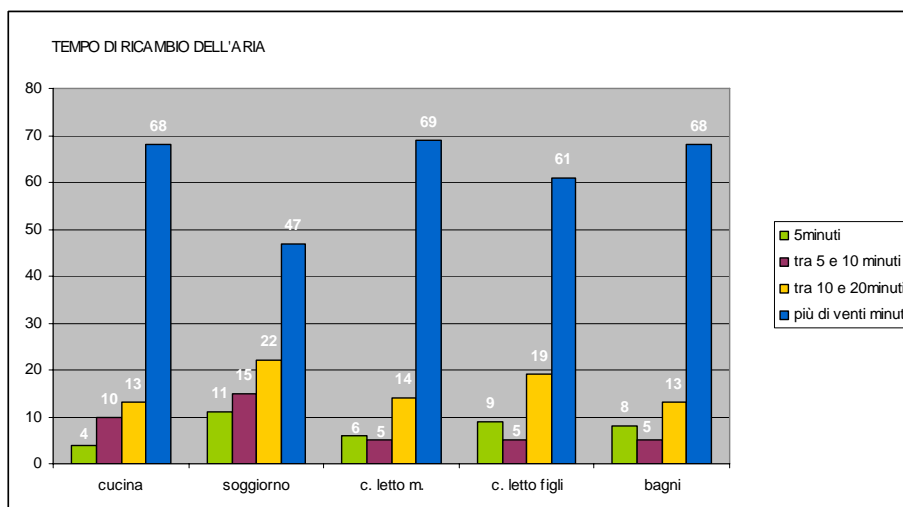


Diagramma 3

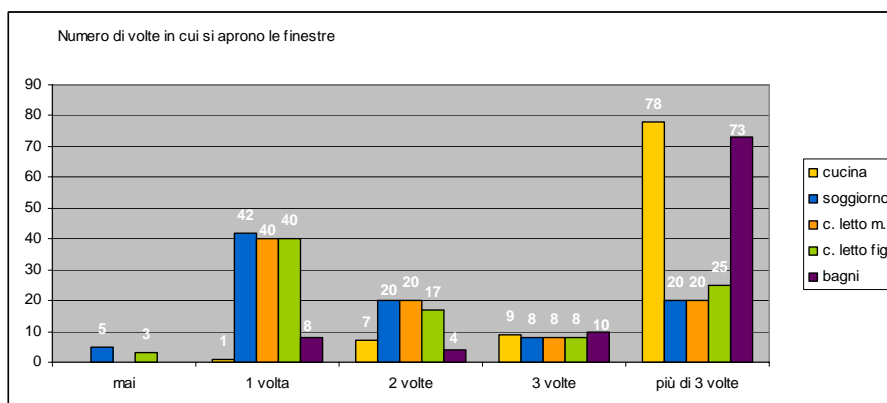


Diagramma 4

Non emergono particolari condizioni per cui è necessario incrementare il numero delle volte in cui si aprono le finestre, se non in ambienti come la cucina e i bagni in cui gli odori di cucinato e i cattivi odori sono le cause principali indicate (Diagramma 5).

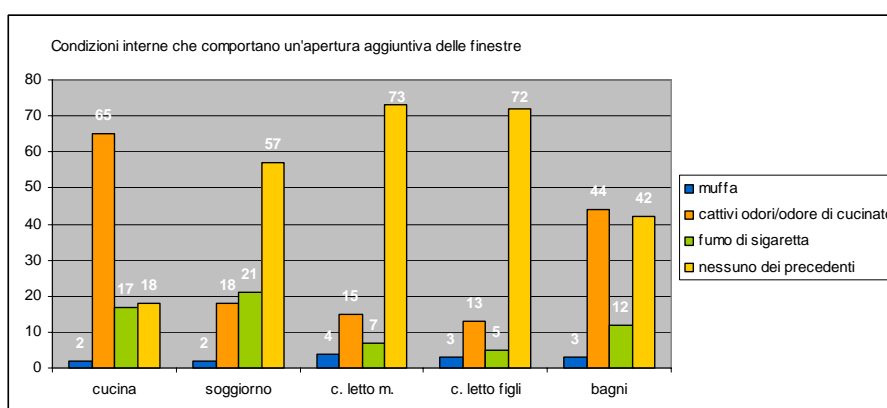


Diagramma 5

La seconda analisi dei comportamenti preferiti dagli utenti riguarda l'uso degli schermi. Abbiamo chiarito che questa condizione è presente anche in inverno perché il sole, in alcune ore della giornata, può essere fonte di disagio. Una conferma di quanto detto, è contenuta nelle stesse risposte ai questionari in cui è testimoniato l'uso degli avvolgibili esterni per proteggersi dal sole. Il 74% degli utenti preferisce infatti, chiudere gli avvolgibili per proteggersi dal sole nonostante la stagione invernale (Diagramma 6).

I diagrammi successivi (7-8-9) illustrano le modalità di uso degli avvolgibili. E' stato chiesto agli utenti, in primo luogo, fino a che altezza (dalla soglia nel caso di finestre e da terra nel caso di porte finestre), abbassano gli avvolgibili, per comprendere la condizione di illuminazione interna (e quindi eventualmente la necessità di ricorrere alla luce artificiale); e per quanto tempo gli avvolgibili sono mantenuti in posizione abbassata (Diagramma 7).

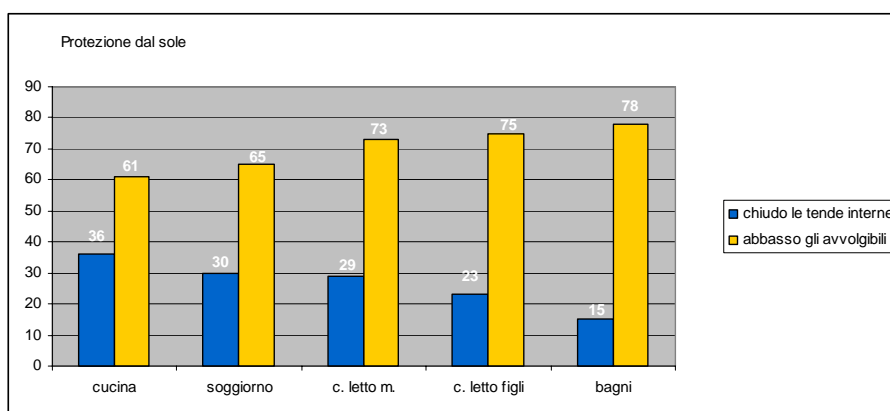


Diagramma 6

Quest'ultima domanda è stata formulata perché, dai ripetuti sopralluoghi nel parco residenziale, si è notato che nell'arco della giornata la maggior parte degli infissi presenta gli avvolgibili chiusi parzialmente o completamente, anche quando il sole non è forte. Questo comportamento può dipendere da due ragioni distinte:

- L'appartamento è inoccupato per la maggior parte della giornata;
- Ragioni di privacy.

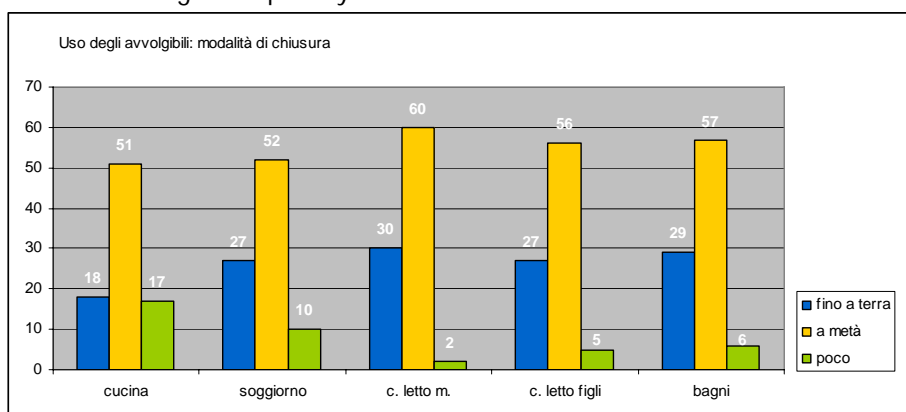


Diagramma 7

### 3.3 Analisi dei comportamenti d'uso in un contesto residenziale del Sud Italia (Pagani in provincia di Salerno)

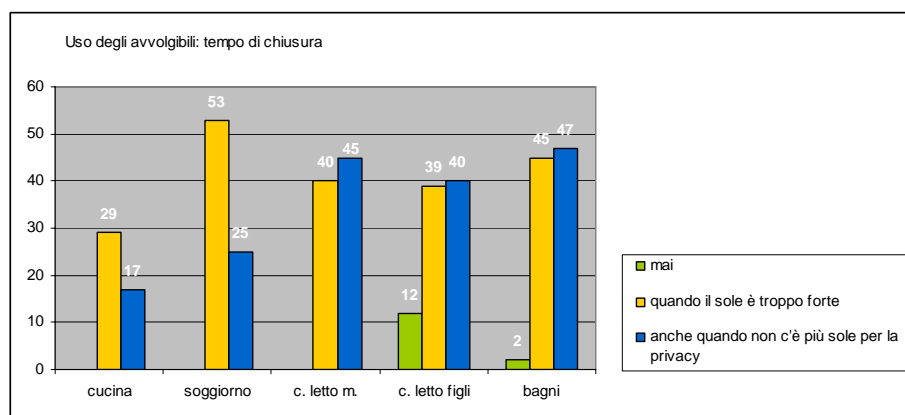


Diagramma 8

Il 58% degli utenti chiude gli avvolgibili a metà dell'altezza del vano finestra; il 28% tiene gli avvolgibili chiusi completamente; il 43% li tiene chiusi solo quando il sole è troppo forte mentre il 36%, anche in assenza di sole, per questioni di privacy (Diagramma 8).

La percentuale sale al 57% se ci riferiamo all'impiego delle tende interne, che oltre ad essere usate per la protezione dal sole sono preferite per proteggersi dagli sguardi esterni (Diagramma 9).

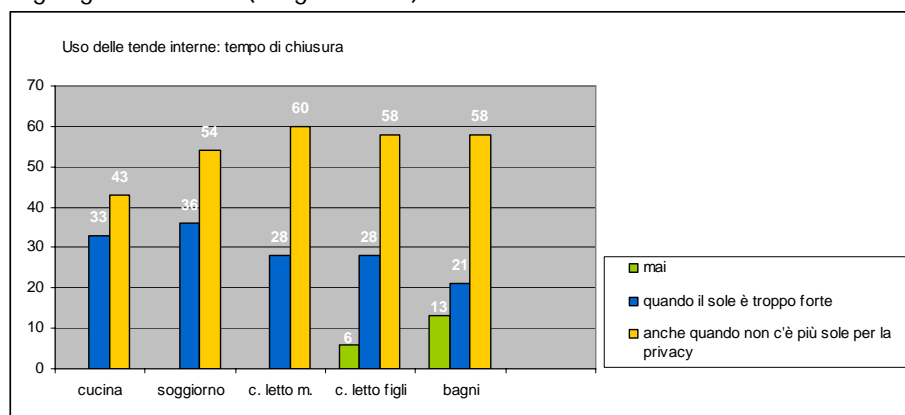


Diagramma 9

#### 3.3.3 Lettura ed interpretazione dei risultati

In questa parte, come si è detto in precedenza, sulla base delle variabili individuate e dei risultati ottenuti dalle specifiche analisi condotte al punto precedente sono state formulate alcune ipotesi di uso delle finestre.

*Elaborazione di ipotesi relative al comportamento dell'utenza rispetto alle modalità d'uso del serramento e alle condizioni ambientali degli edifici*

Uno degli obiettivi di questo lavoro di ricerca, come più volte ricordato, è quello di conoscere quali sono i comportamenti di uso delle finestre e quanto essi siano condizionati da variabili di diversa natura: ambientali e tecniche da un lato e relative all'utenza dall'altro.

Di seguito, si riportano quelle ipotesi su cui tale lavoro si è focalizzato:

*1. i comportamenti sono condizionati dalle condizioni ambientali dell'edificio;*



- 2. i comportamenti sono condizionati dal tempo di occupazione delle singole stanze;*
- 3. i comportamenti sono condizionati dalle attività svolte nelle singole stanze;*
- 4. i comportamenti sono condizionati dalle fasce di età;*
- 5. i comportamenti sono condizionati dal sesso;*
- 6. i comportamenti sono condizionati dal tipo di infisso presente nella stanza;*

Le ipotesi riguardano, dunque, il rapporto tra le modalità di comportamento degli utenti nell'uso delle finestre e le variabili da cui esso dipende e cioè le condizioni ambientali degli edifici, le caratteristiche delle singole unità ambientali dell'appartamento e il tempo e il modo in cui l'utenza utilizza la casa.

*Ipotesi n.1: i comportamenti sono condizionati dalle condizioni ambientali dell'edificio.*

La prima ipotesi formulata mette in relazione i comportamenti di uso con le condizioni ambientali delle singole stanze dell'appartamento. Queste ultime rappresentano i risultati dell'analisi ambientale (paragrafo 3.3.2). Le condizioni ambientali con cui avviene il confronto sono le quattro precedentemente individuate: 1\_sole-sole-sole; 2\_sole-sole-ombra; 3\_sole-ombra-ombra; 4\_ombra-ombra-ombra. In funzione di queste variabili si può ipotizzare, ad esempio, che i comportamenti d'uso delle persone che hanno la cucina sempre in ombra (ossia sono nella situazione ambientale n.4), siano diversi da quelli che hanno la cucina sempre al sole (ovvero nella situazione n.1). Mentre i comportamenti degli utenti con la cucina al sole per due ore (situazione n.2), potrebbero non essere chiaramente definibili, ma probabilmente tenderanno ad approssimarsi a quelli degli utenti con la cucina sempre al sole (situazione n.1). Infine, per quelli che hanno la cucina nella situazione ambientale n.3 si può presumere che abbiamo comportamenti d'uso più simili agli utenti nella situazione ambientale n.4. Queste ipotesi si possono estendere, in generale, a tutte le altre stanze dell'appartamento.

*Ipotesi n.2: i comportamenti sono condizionati dal tempo di occupazione delle singole stanze*

La seconda ipotesi formulata mette in relazione i comportamenti di uso delle finestre con il tempo di occupazione delle singole stanze e della casa<sup>85</sup>. Rispetto a quest'ultimo fattore, si può notare, come già detto, che il 65% delle persone, per la maggior parte casalinghe e pensionati, trascorre la maggior parte della giornata in casa. L'ambiente maggiormente occupato è la cucina (88%). Il soggiorno è quasi inoccupato e le camere da letto utilizzate sole in certe ore della giornata. Si può ipotizzare, pertanto, alla luce di quanto detto

---

<sup>85</sup> Nell'analisi dell'utenza, par. 3.3.2 sono riportati, in maniera dettagliata, i risultati sui tempi di occupazione dei vari ambienti.

in merito alla ventilazione naturale (par. 2.5), che i comportamenti degli utenti, nel ricambio d'aria, siano condizionati dal tempo di permanenza in una stanza. Infatti la percentuale di ossigeno decresce a causa della respirazione ed aumenta quella di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>); aumenta anche l'umidità dell'aria e si sviluppano cattivi odori. L'aria diventa viziata e, quando la concentrazione di CO<sub>2</sub> supera lo 0,07%, l'aria è esausta<sup>86</sup>.

Questi dati avvalorano l'ipotesi che, in cucina, le finestre si aprano di più che in altri ambienti. Considerato, infatti, che la presenza prolungata di persone in un ambiente e le attività specifiche della cucina, come cucinare e pulire, nonché lo smaltimento dei fumi creano un microclima interno diverso da quello degli altri ambienti, è ipotizzabile che il ricambio d'aria sia effettuato con una frequenza maggiore. Non è altrettanto facile, da questi dati, formulare ipotesi sul comportamento di uso degli schermi solari in cucina. Si può presumere, tuttavia, che non si preferisca chiudere gli avvolgibili perché, da un lato, la scarsa illuminazione ostacolerebbe le normali attività, mentre dall'altro l'utilizzo di schermi solari dovrebbe essere compensato da un uso eccessivo della luce artificiale<sup>87</sup>.

Negli ambienti meno occupati, invece, si può ipotizzare un comportamento diverso, più orientato ad aprire le finestre una sola volta durante il giorno, per breve tempo e a chiudere gli avvolgibili parzialmente o completamente, lasciando inoccupata la stanza per la maggior parte della giornata.

*Ipotesi n.3: i comportamenti sono condizionati dalle attività svolte nelle singole stanze*

La terza ipotesi riguarda il rapporto tra i comportamenti d'uso e le attività svolte nelle diverse stanze<sup>88</sup>. L'attività prevalente, svolta in casa, è quella delle "pulizie" (56%); seguita da quella di "guardare la tv" (37%) e in percentuali minori, di riposare, badare ai bambini e leggere o studiare. Il dato relativo all'attività, in sé, aggiunge, rispetto all'ipotesi formulata per i tempi di occupazione delle stanze (ipotesi n.2), qualche specifica sull'uso degli schermi: per guardare la tv o riposare si potrebbe preferire una condizione di luce naturale non forte, per cui si può ipotizzare un uso maggiore degli avvolgibili piuttosto che delle tende. Mentre è ipotizzabile che il comportamento delle casalinghe sia diverso, poiché condizionato dal tipo di attività svolto in casa quale, appunto, i lavori domestici.

*Ipotesi 4: i comportamenti sono condizionati dalle fasce di età*

La quarta ipotesi mette in relazione i comportamenti d'uso con la variabile dell'età. Dall'analisi dei dati è emerso che l'età media degli utenti del parco

---

<sup>86</sup> Il tasso di ricambio deve corrispondere al fabbisogno d'aria fresca delle persone presenti in un ambiente che è di circa 32 m<sup>3</sup>/h per persona.

<sup>87</sup> Per una verifica di questa ipotesi è stata formulata una domanda relativa alla stanza nella quale si usa di più la luce elettrica. Dall'analisi delle risposte emerge che l'ambiente in cui essa si usa di più è la cucina.

<sup>88</sup> Anche in questo caso, per la lettura dei risultati nel dettaglio, si rimanda al par.3.3.2.

residenziale è piuttosto alta<sup>89</sup>, inoltre il 34% di essi è formato da pensionati e l'attività prevalente è quella di guardare la tv.

Basando le ipotesi sui dati relativi all'età, si può supporre che gli utenti più anziani siano quelli che aprono meno volte al giorno per effettuare il ricambio d'aria: il metabolismo delle persone anziane è più lento, per cui esse preferiscono temperature leggermente superiori. Di fatto, come si è detto, la percezione del calore è funzione di molte variabili tra cui parametri fisici (temperatura, umidità, velocità dell'aria, pressione), parametri esterni (tipo di attività che influenza il metabolismo), fattori organici (età, sesso, caratteristiche individuali), fattori psicologici ed individuali<sup>90</sup>. Inoltre, questi dati supportano l'ipotesi, già formulata in precedenza, sull'uso degli avvolgibili in luogo delle tende per ragioni di maggiore privacy, per guardare la tv e per riposare.

*Ipotesi 5: i comportamenti sono condizionati dal sesso*

La quinta ipotesi lega i comportamenti d'uso con la variabile del sesso<sup>91</sup>.

Anche per le donne, come si è detto per gli anziani, esistono differenze nella percezione del comfort termico legate al metabolismo. La donna, infatti, ha un tasso di metabolismo leggermente più basso rispetto a quello dell'uomo e quindi, in media, preferisce una temperatura di 1°C più alta rispetto all'uomo. Per cui in relazione all'uso delle finestre si può supporre che vi sia una differenza tra sessi. Tuttavia, va notato che, il campione prevalente di donne emerso dal presente caso studio è costituito da casalinghe e che, come detto, l'attività prevalente è quella dei lavori domestici, per cui il tasso di metabolismo sarebbe, in alcuni momenti, accelerato<sup>92</sup>.

*Ipotesi 6: i comportamenti sono condizionati dal tipo di infisso presente nella stanza*

La sesta ipotesi riguarda il rapporto tra i comportamenti di uso e il tipo di infisso. Nel complesso residenziale, come detto in precedenza, esistono quattro tipi di materiali per gli infissi, ma date le basse percentuali per alcune di esse (pvc, alluminio), le ipotesi si basano solo sul confronto delle due tipologie di materiale più diffuse: legno e singolo vetro; legno e singolo vetro

<sup>89</sup> Il 32% degli intervistati ha un'età compresa tra i 61 e i 70 anni; il 20% tra il 51 e il 60; il 15% tra i 31 e i 40 anni; il 13% oltre i 70 anni; l'11% tra i 41 e i 50 anni e il 9% tra i 20 e i 30 anni

Il 34 % degli utenti è in pensione e il 27% è formato da casalinghe.

<sup>90</sup> UNI EN ISO 8996:2005; UNI EN ISO 7730:2006; UNI EN ISO 9920:2007

<sup>91</sup> Il 44% degli utenti, che ha compilato il questionario, riveste il ruolo di madre all'interno del nucleo familiare; il 41% il ruolo di padre; il 4% di figlio maschio; il 7% di figlia femmina; l'1% di nonno; il 3% altro. Di conseguenza nel 52% dei casi il questionario è stato compilato da persone di sesso femminile e nel 48% dei casi da persone di sesso maschile.

<sup>92</sup> I lavori domestici si possono assimilare ad un'attività media in cui il tasso di metabolismo è dell'ordine di 1;7-2,0 M ossia l'energia liberata dal corpo è di 100-170 W/mq (1 Met = tasso metabolico si esprime in W/mq).

con infisso esterno in alluminio. L'ipotesi che si può formulare è che gli utenti, che hanno il doppio infisso, abbiano una condizione per cui è necessario ricambiare l'aria più spesso, perché meglio isolati dal freddo, e meno esposti alle correnti d'aria dovute ai vecchi infissi.

*Verifica delle ipotesi formulate attraverso il confronto con le dinamiche reali di comportamento*

Per verificare le ipotesi formulate si è messo a punto un metodo in cui i comportamenti relativi al ricambio d'aria e all'uso degli schermi si confrontano, di volta in volta, con le variabili coinvolte nell'ipotesi formulata (fig.7)

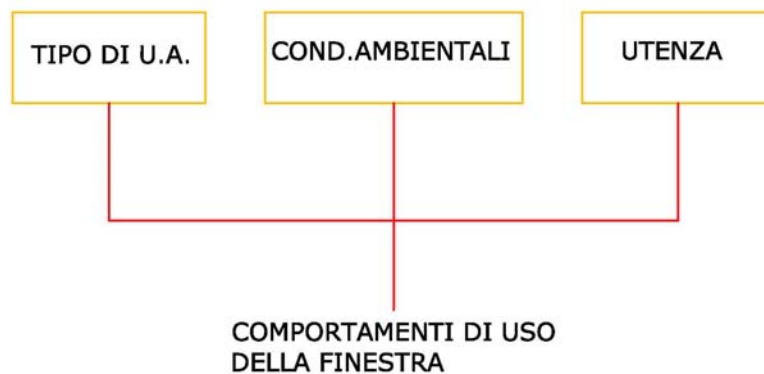


Fig.7

*Verifica dell'ipotesi1*

La prima verifica condotta riguarda l'ipotesi n.1 ossia il rapporto tra i comportamenti adottati e le variabili ambientali.

Per verificarla, si dovranno incrociare le condizioni ambientali con il comportamento degli utenti nell'uso delle finestre. Nel dettaglio gli incroci sono stati effettuati tra le sottovariabili delle due categorie: le singole stanze dell'appartamento (tipo di unità ambientale) e le quattro condizioni di soleggiamento (condizione ambientale), come illustrato nella fig.8. Allo scopo, si è elaborata una scheda di lavoro (cfr. appendice, schede di sintesi dei risultati dell'analisi). Nelle righe, si specificano rispettivamente: il tipo di unità ambientale; la domanda specifica che è stata posta agli utenti e le quattro condizioni ambientali specifiche. Nelle colonne si indicano, invece, le opzioni di risposta alla domanda. L'analisi è stata condotta per ogni singola stanza dell'appartamento. Per esigenze di sintesi le condizioni ambientali sono definite come di seguito:

- S1 nel caso di sole per tre ore;
- S2 nel caso di sole per due ore;
- S3 nel caso di sole per un'ora;
- O nel caso di ombra.

Questa scheda di lavoro è stata di volta in volta modificata a seconda delle variabili e utilizzata per la verifica delle altre ipotesi. In generale, dunque, la



scheda contiene nelle righe la domanda specifica, e le variabili da verificare; nelle colonne le opzioni di risposta.

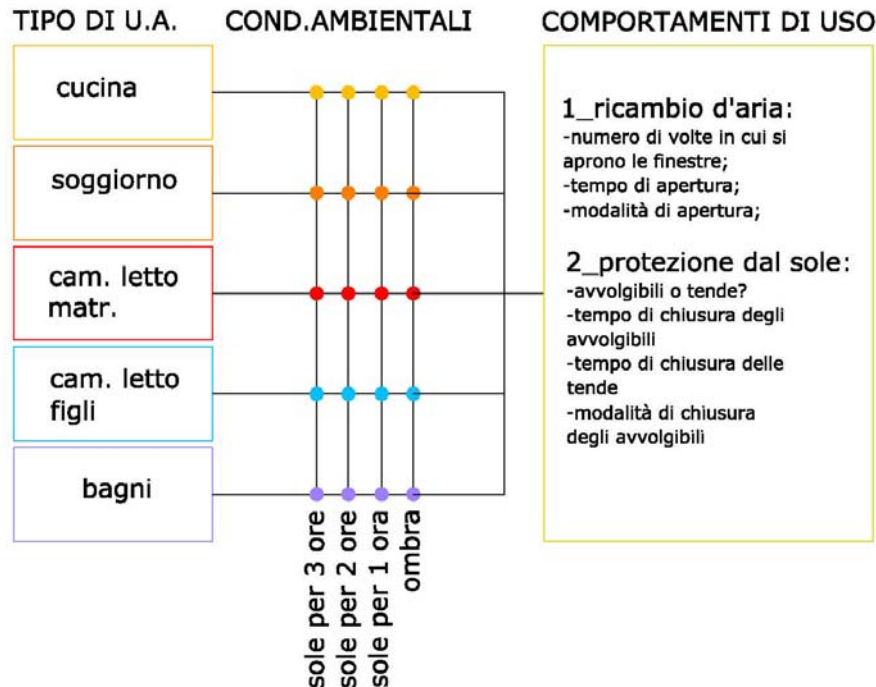


Fig.8\_Schema di confronto per la verifica delle prima ipotesi

Si riporta di seguito, una scheda tipo (fig.9). I dati risultanti dalle verifiche sono riportati nelle righe ed espressi in percentuali. Inoltre, nelle tavole riportate in appendice, i dati sono espressi anche attraverso dei diagrammi.

Verifica X (n.1-2-3-4-5-6)			
UNITA' AMBIENTALE			
COMPORTAMENTO DI RICAMBIO D'ARIA/ COMPORTAMENTO DI USO DEGLI SCHERMI			
1) Domanda specifica			
	OP.1	OP.2	OP.3
Variabile 1			
Variabile 2			
Variabile...n			
OP.1: Contenuto dell'opzione 1			
OP.2: Contenuto dell'opzione 2			
OP.3: Contenuto dell'opzione 3			

Fig.9

Per lo studio del *ricambio d'aria* si è analizzato il comportamento preferito dagli utenti articolandolo, come già detto, nelle tre domande specifiche,

relative rispettivamente alla modalità di apertura preferita, al numero di volte e al tempo di apertura. Il comportamento di *uso degli schermi* è individuato, come detto, da quattro domande specifiche: nella prima domanda si chiede se si preferisce chiudere gli avvolgibili o le tende; nella seconda domanda, si chiede fino a che altezza del vano finestra si chiudono gli avvolgibili; nella terza se l'uso degli avvolgibili (nel caso si sia scelta questa opzione) è protratto anche in assenza di sole per ragioni di privacy; nella quarta se l'uso delle tende (nel caso sia questa l'opzione prescelta) è protratto anche in assenza di sole per ragioni di privacy.

In sintesi, nelle tavole che si riportano in appendice al paragrafo, strutturate nel modo descritto, sono dettagliati i risultati dell'analisi sull'uso dei serramenti effettuata per ciascun ambiente della casa e per ogni ipotesi oggetto di studio. Esse costituiscono il *corpus* della sperimentazione, mentre di seguito si propone una sintesi.

#### *Cucina*

Modalità preferita di ricambio d'aria, in cucina, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce spalancare le finestre;
- si apre più di tre volte al giorno;
- si tiene aperto per più di venti minuti;

Modalità preferita di uso degli schermi, in cucina, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce l'uso degli avvolgibili a quello delle tende; nelle due situazioni S2 e S1 c'è una condizione di equilibrio tra uso di tende e di avvolgibili (50%); mentre, la percentuale sale al 78%, nel caso di cucine sempre soleggiate S3 e al 68%, nel caso opposto, di cucine sempre in ombra O;
- Il comportamento preferito non risulta omogeneo:
  - **S3\_** prevale il comportamento di chiusura degli avvolgibili fino a metà del vano;
  - **S2\_** il 50% si divide tra la chiusura completa degli avvolgibili e 50% chiude poco gli avvolgibili;
  - **S1\_** il 55% chiude completamente gli avvolgibili;
  - **O\_** la percentuale più alta chiude gli avvolgibili a metà.
- gli avvolgibili non sono usati mai;
- le tende non sono mai usate.

#### *Soggiorno*

Modalità preferita di ricambio d'aria, in soggiorno, per tutte le condizioni ambientali:

- la modalità di apertura preferita, in tutti i casi, è quella di spalancare le finestre;
- si apre una volta al giorno;
- si tiene aperto per più di venti minuti.

Modalità preferita di uso degli schermi, in soggiorno, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce l'uso degli avvolgibili a quello delle tende;
- gli avvolgibili sono tenuti chiusi fino a metà;
- gli avvolgibili sono usati solo nelle ore di sole;
- le tende sono usate per ragioni di privacy.

#### *Camera da letto matrimoniale*

Modalità preferita di ricambio d'aria, in camera da letto, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce spalancare le finestre;
- si apre una volta al giorno;
- si tiene aperto per più di venti minuti;

Modalità preferita di uso degli schermi, in camera da letto, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce adoperare gli avvolgibili in luogo delle tende, ad eccezione della condizione ambientale S2 in cui il 92% preferisce le tende;
- gli avvolgibili sono tenuti chiusi fino a metà;
- esiste una situazione che oscilla tra coloro che usano gli avvolgibili solo in presenza di sole e quelli che estendono l'uso anche oltre per ragioni di privacy;
- le tende sono sempre chiuse per ragioni di privacy.

#### *Camera da letto figli*

Modalità preferita di ricambio d'aria, in camera da letto figli, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce spalancare le finestre;
- si apre una volta al giorno;
- si tiene aperto per più di venti minuti;

Modalità preferita di uso degli schermi, in camera da letto figli, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce adoperare gli avvolgibili in luogo delle tende;
- le due percentuali prevalenti riguardano la chiusura degli avvolgibili fino a metà e fino a terra;
- gli avvolgibili sono tenuti chiusi per ragioni di privacy;
- le tende sono sempre chiuse per ragioni di privacy;

#### *Bagni*

Modalità preferita di ricambio d'aria, nei bagni, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce spalancare le finestre;
- si apre più di tre volte al giorno;
- si tiene aperto per più di venti minuti;

Modalità preferita di uso degli schermi, in camera da letto figli, per tutte le condizioni ambientali:

- si preferisce adoperare gli avvolgibili in luogo delle tende;
- gli avvolgibili sono chiusi fino a terra;
- gli avvolgibili sono tenuti chiusi per ragioni di privacy;
- le tende sono sempre chiuse per ragioni di privacy.

#### *Verifica ipotesi n.2*

L'ipotesi n.2 riguarda il legame tra i comportamenti adottati e il tempo di occupazione delle stanze.

Per la modalità di ricambio d'aria i comportamenti prevalenti sono:

- in cucina, si apre più di tre volte al giorno per più di venti minuti, preferendo spalancare gli infissi. Le percentuali sono, come ci si aspettava, più alte per gli utenti che dichiarano di trascorrere molto tempo in questa stanza (88%) rispetto agli utenti che trascorrono abbastanza tempo (77%) e poco tempo (60%).
- gli utenti che trascorrono molto tempo in soggiorno aprono gli infissi tre volte al giorno. Quelli che trascorrono abbastanza tempo e poco tempo aprono una sola volta al giorno. Si apre per più di venti minuti nei casi di breve o media permanenza nella stanza e un po' meno, tra i dieci e i venti minuti, nel caso di una permanenza prolungata.
- Nella camera da letto matrimoniale si preferisce spalancare gli infissi, rispetto alla modalità di socchiuderli. Si apre in media una sola volta al giorno anche nel caso di permanenze prolungate (un unico utente su 95 ha dichiarato di trascorrere molto tempo in camera da letto) e per più di venti minuti.
- Nelle camera da letto dei figli si preferisce spalancare gli infissi. Si apre in media una volta al giorno nei due casi opposti, di poco tempo e di molto tempo trascorso in questa stanza. Mentre, gli utenti che hanno dichiarato di trascorrere abbastanza tempo nella camera da letto dei figli aprono più di tre volte al giorno (46% contro il 30% che apre una sola volta).

Per la modalità di uso degli schermi i comportamenti prevalenti sono:

- si preferisce l'uso degli avvolgibili rispetto alle tende in tutte le stanze con percentuali più alte per gli utenti che trascorrono tempi più lunghi in ciascuna di esse;
- si preferisce abbassare gli avvolgibili fino a metà nella zona giorno (cucina e soggiorno) e fino a terra nella zona notte e nei bagni;
- si preferisce usare gli avvolgibili anche per ragioni di privacy nella zona notte e nei bagni.
- In cucina si dichiara di preferire l'uso degli avvolgibili ma allo stesso tempo di non fare mai uso degli avvolgibili e delle tende.

#### *Verifica ipotesi n.3*

L'ipotesi n.3 riguarda il legame tra i comportamenti adottati e il tipo di attività svolta. Quest'ultima conferma i risultati derivanti dal tempo di occupazione.

Per la modalità di ricambio d'aria i comportamenti prevalenti sono:

- in cucina, in cui le attività prevalenti sono i lavori domestici e la preparazione dei cibi, si spalancano le finestre per più di tre volte al giorno e per più di venti minuti. In soggiorno si apre una sola volta al giorno per più di venti minuti. Anche nelle camere da letto, in cui le attività prevalenti sono il riposo e i lavori domestici, si apre in media una sola volta al giorno e per più di venti minuti. Nelle camere da letto dei figli, in cui si aggiunge alle attività suddette anche quella di studiare, non si rileva un comportamento diverso per il ricambio d'aria. In bagno, il tipo di attività specifica comporta un numero supplementare di aperture durante il giorno (la formazione di condensa dovute alle normali operazioni di igiene e lo smaltimento dei cattivi odori) .

Per la modalità di uso degli schermi i comportamenti prevalenti sono:

- in cucina, gli schermi non si chiudono mai e ciò dipende fortemente dalle attività specifiche che in essa si svolgono.
- in soggiorno, invece si preferisce chiudere gli avvolgibili sia fino a terra, sia a metà.
- nelle camere da letto matrimoniali, nelle quali l'attività prevalente svolta è il riposo, guardare la tv e, come nelle altre stanze i lavori domestici, gli avvolgibili si tengono per lo più chiusi tutto il giorno.
- nelle camere da letto dei figli, dove si svolgono anche attività diverse dal riposo, come lo studio, non si riscontra un comportamento diverso, per cui in generale, anche in questa stanza, si tengono gli avvolgibili chiusi sia fino a terra sia a metà.
- nei bagni, per ragioni di privacy, gli avvolgibili sono sempre chiusi.

#### *Verifica ipotesi n.4*

L'ipotesi n.4 riguarda il legame tra i comportamenti di uso degli infissi e l'età degli utenti. Per la modalità di ricambio d'aria i comportamenti prevalenti sono:

- in cucina, camera da letto matrimoniale e camera da letto figli a prescindere dalle fasce di età si spalancano gli infissi; in soggiorno e nei bagni, invece, fa eccezione la fascia di età >70 anni che preferisce lasciare gli infissi socchiusi;
- in riferimento al numero di volte in cui si aprono gli infissi durante la giornata, la percentuale più alta li apre più di tre volte al giorno, in cucina e nei bagni, e in media una volta al giorno nelle altre stanze (soggiorno, camere da letto); Il 26% degli utenti >70 anni non apre mai gli infissi in soggiorno e il 12% non li apre mai nelle camere da letto figli.
- gli infissi si tengono aperti per più di 20minuti.

Per la modalità di uso degli schermi i comportamenti prevalenti sono:



- in tutte le stanze si preferisce l'uso degli avvolgibili alle tende con alcune eccezioni: in cucina gli utenti con età compresa tra le due fasce più basse, 20-30 e 31-40, preferiscono l'uso di tende agli avvolgibili;
- in riferimento all'altezza di chiusura degli avvolgibili l'opzione prevalente è fino a metà da terra; in camera da letto matrimoniale gli utenti della fascia di età compresa tra 41-50 anni preferiscono chiudere gli infissi fino a terra;
- in riferimento al tempo di chiusura degli avvolgibili, in cucina gli avvolgibili non si chiudono mai; nelle camere da letto l'uso degli avvolgibili è legato soprattutto a ragioni di privacy, fanno eccezione gli utenti di età compresa tra i 20-30 anni e tra i 41-50 anni che dichiarano di chiuderli solo per proteggersi dal sole;
- in riferimento all'uso di tende per ragioni di privacy esse vengono usate in tutte le stanze, ad eccezione della cucina.

#### *Verifica ipotesi n.5*

L'ipotesi n.5 riguarda il legame tra i comportamenti di uso degli infissi e il sesso degli utenti.

Per la modalità di ricambio d'aria i comportamenti preferiti evidenziano che:

- la percentuale degli utenti di sesso femminile che preferisce spalancare gli infissi è più alta, in tutte le stanze, di quella degli utenti di sesso maschile. In soggiorno e nei bagni gli utenti di sesso maschile preferiscono per il 49% socchiudere le finestre e per il 51% spalancarle, al contrario delle donne, che preferiscono spalancare le finestre (76% nel caso del soggiorno, 83% nei bagni).
- non ci sono grosse differenze tra sessi in riferimento al numero delle volte in cui si aprono gli infissi. Anche in questo caso, infatti, in cucina e nei bagni si apre più di tre volte al giorno, nelle altre stanze si apre in media una volta al giorno.
- si apre per più di venti minuti.

Per la modalità di uso degli schermi i comportamenti prevalenti sono:

- non ci sono sostanziali differenze tra sessi; entrambi, infatti, preferiscono l'uso degli avvolgibili a quello delle tende in tutte le stanze dell'appartamento.
- sia gli uomini che le donne abbassano gli avvolgibili nel soggiorno e nelle camere da letto fino a metà da terra; nei bagni fino a terra.
- sia gli uomini che le donne tengono gli avvolgibili chiusi per ragioni di privacy nella zona notte, mentre in cucina gli avvolgibili non sono usati.
- sia gli uomini che le donne usano le tende anche per ragioni di privacy, con la sola eccezione della cucina dove le tende non si chiudono mai.

#### *Verifica ipotesi n.6*

L'ipotesi n.6 riguarda il legame tra i comportamenti di uso degli infissi e il tipo di infisso presente nelle varie stanze. Il confronto è stato effettuato tra infissi tradizionali in legno ad un solo vetro e doppi infissi, ossia infisso in legno ad un unico vetro e infisso esterno in alluminio anodizzato. Il confronto è stato svolto solo per la modalità di ricambio d'aria, in quanto l'uso degli schermi non dipende da questa variabile.

Per la modalità di ricambio d'aria i comportamenti preferiti evidenziano che:

- le percentuali di utenti che preferiscono spalancare gli infissi sono più alte nei casi in cui è stato installato un doppio infisso.
- il numero di volte in cui si aprono gli infissi è in media tre volte al giorno, nella cucina e nei bagni, con percentuali leggermente più alte per gli utenti che hanno un solo infisso. Nelle altre stanze, soggiorno e camere da letto, si apre in media una sola volta al giorno e le percentuali sono di poco più alte per gli utenti che hanno il doppio infisso.
- il tempo di apertura è più di venti minuti, in tutte le stanze dall'appartamento, con percentuali quasi uguali in entrambi i casi.

## Capitolo 4

### Indicazioni per minimizzare il consumo di risorse durante l'uso



(fonte: Mena Cicala, archivio fotografico)

##### 4.1 I Fattori che condizionano la scelta del serramento

Nel primo capitolo si è analizzata l'evoluzione storica e prestazionale del serramento, che da "bucatura" praticata nello spessore dei muri è diventato un elemento privilegiato della progettazione architettonica. Il *ritmo* delle bucatore, piuttosto che una progettazione coerente dell'edificio "*che si articola in sbalzi, aperture, pieni e vuoti, come per esempio già proponeva Gerrit Rietveld nella casa Schröder Schrader a Utrecht (1923-1924)*",<sup>1</sup> definisce il carattere dell'architettura e comunica con l'ambiente circostante. La *fenetre en longuer* e il *pan de verre* di Le Corbusier rappresentano due tappe significative dell'evoluzione della superficie vetrata da un punto di vista formale e concettuale della finestra. Mentre sul piano della funzione e della tecnologia, ritenendo queste soddisfatte quando si realizza una corrispondenza efficace tra obiettivi e risultati, i guadagni effettivi legati al successo della "finestra" sulla "parete" si sono avuti in epoca più recente con le nuove istanze legate alle esigenze di benessere, che hanno portato a ridefinire sia l'infilso, che più in generale l'involucro trasparente, da chiusura a filtro selettivo. Quest'ultimo ruolo, indagato nel secondo capitolo, si arricchisce oggi, come si è detto nell'introduzione, delle responsabilità progettuali richieste agli architetti dall'emergenza ambientale e di contenimento energetico e dalla necessità morale di intervenire nei riguardi del degrado diffuso. Il serramento è una parte dell'involucro che incide fortemente sul bilancio energetico dell'edificio per cui è posto sempre di più al centro di riflessioni di ordine tecnico e *artistico-creativo*<sup>2</sup>. In parallelo aumenta l'esigenza di un utilizzo sostenibile delle risorse per cui la scelta dei materiali per l'involucro definisce la quantità di energia utilizzata per la costruzione, i costi futuri per il funzionamento, la pulizia e la manutenzione. In questo quadro, le scelte tecniche effettuate dai progettisti si caricano di una complessità che dipende dal peso attribuito ai singoli fattori che condizionano le preferenze, ossia i livelli prestazionali e i costi sociali, economici e ambientali. La scelta più appropriata diventa quella che riesce a raggiungere il miglior compromesso tra le variabili in gioco, per cui è necessario che fin dalla fase iniziale siano considerati il maggior numero di elementi incidenti sulla validità effettiva delle scelte tecniche, con una forte attenzione al ciclo di vita dell'edificio ed una maggiore attenzione al ruolo degli utenti. Promuovere l'innovazione è sempre stata una responsabilità dell'architetto: essa non si esaurisce nell'aggiornamento tecnico o nella scelta del serramento più performante presente sul mercato, ma deve consistere nella migliore innovazione che si può proporre nel giusto equilibrio tra i fattori che entrano in gioco nel progetto. Negli interventi di nuova edificazione o di retrofit, inoltre, sono utilizzati prodotti nuovi che devono assicurare un sensibile

<sup>1</sup> Cfr. Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, Libreria Clup, Milano, 2003, pag.264.

<sup>2</sup> Cfr. Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M., *Atlante della sostenibilità*, Utet, 2008, pag. 82.

miglioramento prestazionale come compensazione del danno ambientale dovuto alla loro stessa produzione.

Per muoversi tra gli innumerevoli esempi di infissi presenti sul mercato e orientarsi verso quello più adatto al caso di progetto, è necessaria una lettura più ampia delle prestazioni energetiche dei serramenti, passando per considerazioni che non riguardano il campo specifico dell'infisso, ma che incidono fortemente sui bilanci energetici e sulla validità effettiva delle suddette prestazioni, come il problema dell'uso, che, in questa tesi, diventa, come si è visto, una chiave di lettura per orientare in maniera più aperta le scelte tecniche. E' necessaria, dunque, una maggiore apertura culturale rispetto alla questione delle scelte tecniche: Nardi, a tal proposito, ci mette in guardia dai limiti di una formazione professionale basata sulle sole conoscenze tecniche, così come richiede il mercato, e ci invita a coltivare *“un'apertura culturale specifica e complessiva che fornirà al momento opportuno la capacità di scegliere tra l'opzione più adeguata al contesto”*<sup>3</sup>.

Date la innumerevoli esigenze che un infisso deve soddisfare, in quanto interfaccia energetica tra l'ambiente esterno e i bisogni degli utenti, sono molte le variabili che entrano in gioco al momento della scelta del serramento più idoneo al caso di progetto. In primo luogo bisogna considerare che alcune esigenze generano dei conflitti tra di loro: ad esempio la necessità di aumentare le superfici vetrate per ragioni di luce e per integrare il panorama esterno può determinare problemi di surriscaldamento estivo o di perdite termiche in inverno.

Di seguito si elencano alcuni tra i fattori che influenzano la scelta del serramento più idoneo per l'ottimizzazione energetica dell'edificio:

- destinazione d'uso dell'edificio;
- clima;
- apparato normativo;
- costi economici e impatti ambientali;
- aspetto estetico;

Per quanto riguarda la destinazione d'uso è possibile sostenere che essa influisce in generale sulle scelte tecniche del serramento perché, a seconda dei casi, cambiano le premesse entro le quali raggiungere l'obiettivo del miglioramento energetico, del comfort e della sicurezza interna: le prestazioni richieste ad un edificio residenziale sono diverse da quelle richieste a un museo o a un ristorante. Così come le prescrizioni normative forniscono indicazioni diverse a seconda della destinazione d'uso. Pertanto, per l'ottimizzazione del funzionamento dell'involucro è necessario uno studio che sia attento alle esigenze specifiche degli utenti: un buon progetto delle superfici vetrate (dimensionamento, posizione, tipologie di aperture, ecc.) può consentire di rinunciare alla ventilazione meccanica a favore di quella naturale. Tuttavia, soprattutto nel settore residenziale, non è facile stimare esattamente i tempi di occupazione dell'abitazione per cui è necessario fare

---

<sup>3</sup> Cfr. Nardi G., *op.cit.*, pag.265.



valutazioni più lungimiranti che tengano conto anche di rischi di umidità dovute alla iper-tenuta dei prodotti esistenti oggi sul mercato.

Altro fattore da considerare è il clima. La progettazione di edifici ad alta efficienza energetica pone l'obbligo di un'attenta valutazione delle condizioni climatiche specifiche del sito. In base a queste, il progettista valuterà le dimensioni, la posizione, la forma, i livelli prestazionali minimi da raggiungere, il tipo di vetro, il materiale del telaio, il tipo di apertura e il miglior sistema di oscuramento. In Sud Italia, ad esempio, sono largamente diffusi gli infissi in legno con vetrocamera ed apertura a ribalta; mentre nel nord Italia ed in Europa, è più diffuso il sistema di apertura a vasanta. In Canada, per citare un esempio completamente diverso, la maggior parte degli infissi è in legno con vetrate isolanti e i sistemi di apertura preferiti sono lo scorrevole a ghigliottina e lo scorrevole orizzontale, mentre non si fa uso nelle residenze di avvolgibili esterni. Infatti, le finestre sono protette dagli agenti atmosferici da aggetti orizzontali o a spiovente. Infine, si adoperano le tende per proteggersi dall'abbagliamento e per assicurare la privacy.

In merito all'apparato normativo è possibile affermare che la progettazione è sempre più soggetta a quelle prescrizioni che definiscono le caratteristiche energetiche dell'involucro dell'edificio. In Italia a guidare la scelta del tipo di serramento più idoneo per valori di trasmittanza sono i decreti legislativi n.192 del 19 agosto 2005 e il n. 311 del 2006 e D.M. 11 marzo 2008, che fissano i requisiti minimi in termini di prestazioni energetiche degli edifici, definendo i valori di trasmittanza termica per i vari componenti dell'involucro edilizio, fra cui i serramenti<sup>4</sup>. Nella tabelle che seguono i valori sono forniti in funzione delle zone climatiche.

Il territorio italiano è diviso in sei zone climatiche che vanno dalla A, che è la più calda, alla F che è la più fredda. Il metodo di calcolo per la determinazione del valore di trasmittanza termica di un serramento è definito dalla norma UNI EN 10077-1:2007 e dalla UNI EN 10077-2: 2004, oppure dal metodo di prova secondo la norma UNI EN ISO 2567-1:2002<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Con i decreti n. 192 e n. 311 l'Italia recepisce la Direttiva Europea 2002/91/CEE sul rendimento energetico nell'edilizia. Ciò comporta la revisione del quadro legislativo italiano e la definizione di: requisiti minimi di rendimento per gli edifici di nuova costruzione o ristrutturati; requisiti minimi di rendimento per impianti termici nuovi o sottoposti a ristrutturazione; certificazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti-ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di riscaldamento/condizionamento.

<sup>5</sup> Ad oggi i metodi riconosciuti ed accettati per le analisi termiche  $U_w$  sono due: una misura della trasmittanza termica in camera calda UNI EN ISO 12567-1 oppure tramite calcolo teorico della trasmittanza termica. la UNI EN ISO 10077-1: 2007, prevede un metodo semplificato, mentre la norma UNI EN ISO 10077-2: 2004 ne prevede uno più complesso in funzione dei telai. Il primo test in "Camera Calda" consta in un test effettuato su di un intero serramento; tale metodologia, seppur valida dal punto di vista tecnico, è estremamente limitante perché il valore  $U_w$  risultante non può essere utilizzato se non per serramenti aventi le stesse dimensioni e caratteristiche tecniche (telaio, vetro, intercalare) del campione provato. Da tale prova, inoltre, non si ottengono i valori  $U_f$ ,  $U_g$ ,  $\psi$  che sono le informazioni chiave per il calcolo di  $U_w$  di qualunque finestra realizzata con quel sistema. Il secondo test, tramite calcolo teorico semplificato, stabilisce le modalità di

#### 4. Indicazioni per minimizzare il consumo di risorse durante l'uso

<b>Tabella 4a - Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²K</b>			
<b>ZONA CLIMATICA</b>	<b>DAL 1° GEN.2006 U (W/m²K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2008 U (W/m²K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2010 U (W/m²K)</b>
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,5	2,2
F	2,4	2,2	2,1

<b>Tabella 4b - Valori limite della trasmittanza termica U dei vetri espressa in W/m²K</b>			
<b>ZONA CLIMATICA</b>	<b>DAL 1° GEN.2006 U (W/m²K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2008 U (W/m²K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2010 U (W/m²K)</b>
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

Fonte: allegato al decreto legislativo n. 311 del 2006

I valori di riferimento si sono progressivamente abbassati dal 2006 ad oggi per cui anche in zone con clima temperato (come la zona C), dove si prediligevano modelli standard con un sistema di isolamento a vetrocamera (U=1,6 W/m²K) bisogna orientarsi verso sistemi più isolanti come i vetri basso emissivi.

Inoltre, nella scelta del serramento incidono molto, inoltre, valutazioni di carattere estetico e valutazioni legate ai costi economici, che sono molto diversificati a seconda del materiale e delle prestazioni dell'infisso.

In un bilancio costi - benefici gravano anche considerazioni in termini di impatti ambientali e sociale prodotti dal serramento nelle diverse fasi del ciclo di vita. Quest'ultimo, nel caso di un prodotto, è piuttosto difficile da stabilire in maniera sintetica ed esatta, perché esistono alcune fasi nelle quali il ciclo di vita del prodotto si sovrappone con quello dell'edificio e pertanto diventa difficilmente controllabile. In realtà si tratta piuttosto di valutazioni generali che tengono conto, nel caso di serramenti in legno, ad esempio, che questo

---

calcolo della conduttanza termica ed è il valore medio ponderato (rispetto all'area) dei valori  $U_f$  del telaio e  $U_g$  del vetro, media che deve essere corretta considerando l'effetto di bordo  $\psi$ , dovuto al ponte termico dell'intercalare del vetro isolante. Per poter applicare la norma UNI EN ISO 10077-1 è necessario possedere i valori di  $U_f$  ed  $U_g$ . Il valore di  $U_g$  viene rilasciato dal produttore di vetri, mentre il valore di  $U_f$  viene calcolato tramite la norma UNI EN ISO 10077-2.

$$U_W = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

Equazione per il calcolo della trasmittanza termica secondo la norma UNI EN ISO 10077-2

provenga da foreste certificate, che non sia trattato con vernici tossiche, che sia garantita una migliore durata; oppure, per il pvc, che vi siano marchi di qualità che attestino l'uso di formulazioni esenti da piombo, il riutilizzo di tutti gli scarti di produzione e il riciclo di tutti i serramenti recuperati a fine vita (cfr. appendice: marchi di qualità). Ancora, nel caso si scelgano serramenti misti, ci si dovrebbe assicurare che i due materiali siano connessi tra loro mediante sistemi che consentano il disassemblaggio a fine vita (cfr. vedi par.1.4; legno-alluminio).

Le valutazioni sulla riduzione degli impatti nella fase di uso devono riguardare anche il parametro della durata e della manutenzione da commisurare, in maniera appropriata, alla destinazione d'uso. E' necessario, infatti, che la scelta del prodotto sia coerente con gli scenari di vita dell'edificio: non ha senso scegliere un serramento con ottime prestazioni e costi ambientali notevoli per opere a carattere temporaneo. Viceversa, se si ipotizza una lunga durata dell'edificio è opportuno scegliere prodotti durevoli e che richiedano poche operazioni di manutenzione nel tempo, dato che queste ultime accrescono la quantità di energia incorporata di un edificio.<sup>6</sup>

Pertanto, la durata può essere letta sia come fonte premiante per la sostenibilità sia come un incentivo alla rapida sostituzione favorita dalla continua innovazione tecnologica. Un altro problema generato dall'innovazione, come si è detto più volte, è la creazione di spazi confinati, dalle elevate prestazioni, all'interno dei quali l'utente non è sempre in grado di agire consapevolmente, per cui l'efficienza delle tecnologie legata all'uso viene notevolmente ridotta.

A tale scopo, nel paragrafo successivo saranno fornite alcune raccomandazioni per orientare la scelta del serramento in funzione dell'uso in base ai risultati derivanti dall'analisi dei comportamenti dell'utenza condotta nel complesso residenziale di Pagani, in provincia di Salerno.

---

<sup>6</sup> Cfr. Lavagna M., *Life cycle assessment in edilizia*, cit. pag. 160.

#### 4.2 Raccomandazioni per la scelta del serramento più appropriato in funzione degli usi

Negli edifici residenziali e in quelli in cui la ventilazione avviene attraverso l'apertura delle finestre, il comportamento dell'utente *"può essere ottimizzato dal punto di vista energetico (...) aiutando l'utente stesso a scegliere quali elementi aprire e in che ordine procedere all'apertura"*<sup>7</sup>.

Partendo da questo suggerimento fornitoci dagli autori dell'Atlante della Sostenibilità<sup>8</sup>, e dai "dati" emersi dal caso applicativo, si è giunti a due tipi di risultati: in primo luogo si sono elaborate alcune raccomandazioni, rivolte ai progettisti, per la scelta del serramento in funzione di considerazioni legate all'uso e, in secondo luogo, alcune indicazioni, destinate agli utenti, per aumentare il loro grado di conoscenza e migliorare l'usabilità dell'infisso.

##### *Sintesi dei risultati della sperimentazione*

Il primo risultato dell'analisi sperimentale è la conferma dell'ipotesi che l'uso delle finestre non è uguale in tutti gli ambienti della casa. Per questo motivo le raccomandazioni sono state distinte per singola unità abitativa.

Ad influire maggiormente sui comportamenti sono le attività svolte nei diversi ambienti della casa e il tempo di occupazione di ciascuno di essi. Non incide molto invece, né l'età degli utenti, con la sola eccezione di fasce di utenza oltre i 70 anni, né la variabile ambientale, né il tipo di infisso.

In cucina, che, come emerge dall'analisi, è l'ambiente occupato per la maggior parte della giornata, la finestra è per lo più sempre aperta, a prescindere dal tipo di esposizione.

Il soggiorno è quasi inoccupato, per cui le finestre sono aperte per un unico ricambio d'aria e gli avvolgibili sono spesso chiusi.

Nelle camere da letto, sia dei genitori che dei figli, si apre in media una volta al giorno. In questo caso l'uso degli avvolgibili è legato a ragioni di *privacy*, pertanto protratto per tutta la giornata e accompagnato molto spesso dall'impiego di tende.

Nei bagni, infine, le finestre sono aperte tutto il giorno e gli avvolgibili sono sempre in posizione abbassata (i sanitari sono in molti casi posizionati proprio sotto la finestra). Alla luce di questi risultati, si sono individuati tre tipi di problematiche legate all'uso delle finestre in rapporto all'efficienza energetica dell'edificio e alla questione ambientale:

1. In cucina e nei bagni tenere gli infissi sempre aperti comporta una dispersione eccessiva del calore interno ed un aumento dei consumi energetici legati al riscaldamento.
2. L'uso/abuso degli avvolgibili, in quasi tutte le stanze, crea una condizione di dis-comfort visivo e determina un ricorso supplementare all'impiego della luce artificiale anche durante le ore di luce naturale.

---

<sup>7</sup> AAVV, *Atlante della Sostenibilità*, cit. pag.93.

<sup>8</sup> *Ibidem*

3. In soggiorno e nelle camere da letto, gli infissi si aprono poco e dunque ci si pone il problema di garantire la qualità dell'aria interna e di evitare la formazione di muffe per effetto dell'iper-tenuta dei serramenti.

L'interrogativo che ci si pone a questo punto è: quali sono le precauzioni da prendere in fase di progetto e di scelta del serramento, per rendere quest'ultimo più efficace e funzionale in modo da consentire usi più flessibili ed energeticamente più efficienti?

Pertanto, per l'elaborazione delle raccomandazioni alla luce del caso esemplare, sono stati individuati alcuni requisiti che nel progetto del serramento vanno controllati maggiormente, attraverso adeguate scelte tecniche, per migliorare l'interazione utente-finestra garantendo la soddisfazione dei diversi soggetti coinvolti nel rispetto dell'ambiente e nell'ottica del risparmio energetico. (tabella 1)

USI	RICADUTE ENERGETICHE/ AMBIENTALI	REQUISITI DEI SERRAMENTI	PARTI DEL PROGETTO (da controllare in fase di scelta)
Tenere sempre aperto in cucina e nei bagni	Dispersioni di calore	Controllo e graduazione della ventilazione naturale. (Tucci, op.cit.) Controllo dell'isolamento termico e regolazione delle dispersioni di calore.(Tucci, op.cit.)	Dispositivi di apertura e chiusura; Bocchette di aerazione;
Abusare degli avvolgibili	Uso improprio delle luci artificiali	Controllo del flusso luminoso (UNI) Illuminazione naturale (UNI 11277)	Schermi solari
Aprire poco in soggiorno	Possibile causa di malattie	Controllo della qualità dell'aria e dell'inquinamento gassoso e pulviscolare. (Tucci, op.cit.) Riduzione dell'emissione di inquinanti climalternanti.(UNI11277 <sup>9</sup> )	Dispositivi di apertura e chiusura; Bocchette di aerazione

Tabella 1

<sup>9</sup> La UNI 11277:2008 introduce tra le classi di esigenze: Salvaguardia dell'ambiente (SAM), Utilizzo razionale della risorse (URR) e Benessere, l'igiene e la salute degli utenti (BIS). Nella classe di esigenze di Utilizzo razionale delle risorse sono indicate le esigenze di Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche.



Le raccomandazioni, di seguito fornite, nascono dalle specifiche del caso studio e si configurano come indicazioni di carattere generale, in cui si evidenziano alcuni aspetti tecnologici del serramento senza nessun riferimento a prodotti specifici. Lo scopo è quello di individuare, in linea generale, tra le principali soluzioni in commercio, quelle caratterizzate dalla tecnologia più appropriata a rendere sia il progetto della finestra più flessibile agli usi sia, come si è detto, a sviluppare il miglior tipo di interazione uomo-finestra nell'ottica del contenimento energetico e del comfort abitativo.

Pertanto nell'ambito di questa sperimentazione si intende proporre, una modalità che, di volta in volta, parte dall'analisi sperimentale dei comportamenti e giunge ai risultati specifici del caso in esame e all'individuazione delle variabili da cui questi dipendono (attività svolta; età degli utenti; tipo di esposizione, ecc.; cfr. cap.3). In sintesi l'obiettivo che ci si prefigge è quello di fornire ai tecnici uno strumento aggiuntivo che, in fase di progettazione, sia in grado, da un lato, di supportarli nella scelta e, dall'altro, di fornire indicazioni per la redazione di manuali d'uso per l'utente.

#### 4.2.1 Raccomandazioni relative al controllo e graduazione della ventilazione naturale e della qualità dell'aria interna.

Il controllo della ventilazione naturale può avvenire per apertura delle finestre allo scopo di migliorare il microclima e smaltire l'inquinamento interno dell'aria. Il ricambio d'aria<sup>10</sup> viene normalmente definito da un tasso di ricambio che è il rapporto tra il volume d'aria ricambiato in un'ora e il volume dell'ambiente servito: l'unità di misura è  $\text{m}^3/\text{m}^3/\text{h}$ .

Un tasso di ricambio di 0,5/h significa che, in un'ora, va ricambiata la metà del volume del locale. Questo tasso è, per esempio, previsto dalla norma UNI 10344 per gli ambienti abitativi non artificialmente ventilati. Questo valore deve corrispondere al fabbisogno d'aria fresca delle persone presenti in un ambiente che è di circa  $32 \text{ m}^3/\text{h}$  per persona. Ciò significa che in un alloggio abitato da 4 persone si devono apportare ogni ora  $128 \text{ m}^3$  d'aria fresca. Se l'alloggio ha una superficie di  $120 \text{ m}^2$  e un'altezza di 2,70 metri, il volume d'aria è di  $324 \text{ m}^3$ , per cui il tasso di ricambio necessario sarà di  $128 : 324 = 0,4$ <sup>11</sup>.

Il tasso di ricambio dovrebbe essere maggiore quando sono presenti molte persone, quando si fuma e in locali di piccole dimensioni. In un bagno si dovrebbero sostituire circa  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ , in una cucina, in particolare, durante la cottura dei cibi circa  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  e la cappa aspirante sopra i fornelli dovrebbe essere capace di asportarne almeno  $150 \text{ m}^3/\text{h}$ .

La nuova norma europea prEN 13779 distingue 4 categorie di qualità dell'aria, come illustrato nella tabella sottostante: per mantenere una qualità media, occorrono tra  $36$  e  $54 \text{ m}^3$  d'aria per persona ogni ora. Nel caso in cui il

---

<sup>10</sup> Cfr. paragrafo 2.5

<sup>11</sup> Wienke U., *Aria - Calore - Luce, Il comfort ambientale negli edifici*, DEI, Roma, 2005.

ricambio d'aria è affidato ad un impianto di ventilazione controllata, possono essere sufficienti anche 22 – 36 m<sup>3</sup>/h a persona

TASSO D'ARIA FRESCA (ESTERNA) SECONDO LA PREN 13779 (M <sup>3</sup> /H)		
CATEGORIA DELL'ARIA	ZONA NON FUMATORI	ZONA FUMATORI
1	> 54	> 108
2	36-54	72-108
3	22-36	43-72
4	< 21	< 43

Tabella 2

Dalla disamina delle normative sui ricambi dell'aria (UNI 10339- UNI 10344- prEN 13779) emerge che esse stabiliscono una portata minima di ricambio d'aria, proponendo approcci non univoci: alcuni valori sono riportati in V/h, altri in m<sup>2</sup> ed alcuni in l/s per persona, a seconda che il metodo si riferisca alle dimensioni della stanza oppure al numero di occupanti. Per la ventilazione naturale, inoltre, si pone un doppio problema: se le portate dei ricambi sono troppo basse si rischiano problemi di salute per gli utenti<sup>12</sup> e la probabile creazione di muffe, per cui è necessario assicurare il giusto fabbisogno di aria fresca per persona a seconda dell'attività svolta (in tab.3 si riportano i valori); se si aumenta la ventilazione oltre i fabbisogni necessari, soprattutto in inverno, si disperde calore interno e si accrescono i consumi per il riscaldamento.

FABBISOGNO D'ARIA FRESCA DI UNA PERSONA	
Lavoro sedentario	20 – 40 m <sup>3</sup> /h
Lavoro non sedentario	40 – 60 m <sup>3</sup> /h
Lavoro fisico pesante	> 60 m <sup>3</sup> /h

Tabella 3

Esiste, pertanto, una soglia al di sopra della quale si spreca energia e calore, e al di sotto non si assicura più una buona qualità dell'aria interna.

Per garantire il risparmio energetico e la buona qualità dell'aria, dunque, in ogni alloggio il tasso di ricambio d'aria deve essere regolabile individualmente. Si deve avere la possibilità di aumentarlo quando ci sono più

<sup>12</sup> Il fattore più importante per il comfort climatico all'interno di un edificio è la qualità dell'aria, cioè la sua purezza, temperatura e umidità. In un ambiente in cui si trovano delle persone, la qualità dell'aria tende a diminuire: la percentuale di ossigeno decresce a causa della respirazione ed aumenta quella di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>); aumenta anche l'umidità dell'aria e si sviluppano cattivi odori. L'aria diventa viziata e, quando la concentrazione di CO<sub>2</sub> supera lo 0,07%, l'aria è esausta. In queste condizioni diminuisce la concentrazione, si manifestano sonnolenza e cefalea.

persone o quando si fuma, e di abbassarlo durante le assenze (ferie, weekend)<sup>13</sup>.

Con il miglioramento delle prestazioni di tenuta e di isolamento dell'infilso è venuto a mancare quel ricambio d'aria "naturale" che si aveva per effetto delle infiltrazioni, per cui oggi la regolazione della ventilazione naturale è un punto critico soprattutto quando è affidata alla gestione degli utenti. Un modo per risolverlo è, infatti, l'uso di una ventilazione meccanica che tuttavia non è pensato per il risparmio energetico, quanto per la qualità dell'aria. Le stesse *Linee guida per la certificazione energetica dell'edificio* propongono ad esempio tra le strategie più significative da adottare in estate, per evitare il surriscaldamento, un aumento dell'inerzia termica dell'involucro combinata con la ventilazione notturna naturale, consigliando di integrarla con una di tipo meccanica nel caso la prima non fosse sufficiente. Questo approccio denuncia la mancanza di una appropriata cultura nell'analisi della ventilazione naturale. In questa tesi, volendo puntare sulla regolazione di tipo naturale da parte degli utenti, si cerca di risolvere le criticità illustrate suggerendo ai tecnici scelte che integrino sistemi di apertura minima, attraverso l'uso di speciali tipi di ferramenta, oppure attraverso l'utilizzo di bocchette di ventilazione all'interno dei profili dei telai e dei cassonetti, così da consentire i ricambi e ridurre le fuoriuscite di calore. Inoltre si sono formulati consigli per gli utenti. Di seguito si riportano le raccomandazioni organizzate sotto forma di schede. Esse sono costituite da tre colonne contenenti rispettivamente la definizione del requisito, le raccomandazioni per il progettista e le raccomandazioni per l'utente; le schede contengono indicazioni organizzate per singola stanza.

---

<sup>13</sup> Cfr. Wienke U., *op. cit.*

## 4.2 Raccomandazioni per la scelta del serramento più appropriato in funzione degli usi

RACCOMANDAZIONI RELATIVE AL CONTROLLO E GRADUAZIONE DELLA VENTILAZIONE NATURALE – QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA		
REQUISITO	RACCOMANDAZIONI PER IL PROGETTISTA	RACCOMANDAZIONI PER L'UTENTE
<p><b>CONTROLLO E GRADUAZIONE DELLA VENTILAZIONE NATURALE</b> La ventilazione naturale può avvenire per apertura delle finestre allo scopo di migliorare il microclima e smaltire l'inquinamento interno dell'aria.</p> <p><b>QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA</b> Capacità di consentire il raggiungimento di condizioni ottimali di qualità dell'aria all'interno degli edifici</p> <p><b>Specifica di prestazione</b> -Gli infissi esterni devono essere dimensionati in modo da presentare una superficie apribile non inferiore ad 1/8 della superficie del pavimento. La dimensione di apertura degli infissi può essere determinata in base al calcolo  <math display="block">S_m = 0,0025 \cdot n \cdot V \cdot (1/h_i)</math> dove  <math>n</math> = numero di ricambi orari  <math>V</math> = volume del locale (<math>m^3</math>)  <math>h_i</math> = dimensione verticale della superficie apribile dell'infisso i-esimo del locale (<math>m</math>).  -Nel caso di aperture degli ambienti abitabili ubicate sotto oggetti superiori a 1,30 m e fino a 2 m, la dimensione delle finestre va incrementata di 0,06 <math>m^2</math> ogni 5 cm di oggetto.  - I ricambi d'aria possono essere calcolati come quantità assoluta in <math>m^3/h</math> o come quantità relativa al volume del locale <math>m^3/m^3/h</math>.  Il ricambio d'aria deve essere sufficiente per asportare gli eccessi di <math>CO_2</math> e di altre sostanze nocive e di umidità. In un'abitazione, il tasso di ricambio dovrebbe essere compreso tra 0,8-1,0/h. (norma Uni 10339 e EN 13779).  -Il valore minimo di ricambio d'aria è fissato in 0,4 l/s per <math>m^2</math> di pavimento (norma ISO 7730)  - per consentire lo smaltimento di <math>CO_2</math> derivante da una normale attività sedentaria in ambienti confinati, si suggerisce una ventilazione pari a 23,00 <math>m^3/h</math> (norme ASHRAE Ventilation Standard).</p>	<p><b>CUCINA</b> E' preferibile scegliere per la cucina un tipo di serramento che consenta più possibilità di apertura (es. vasanta; scorrevole e apertura a vasistas, ecc.) Per controllare l'aerazione, in inverno, si può integrare una ferramenta detta forbice di aerazione. Essa consente di aprire una minima fessura di ca. 8mm, per il passaggio dell'aria, regolabile semplicemente attraverso la posizione della maniglia. Esistono anche alcuni prodotti che hanno una ferramenta intercambiabile estate/inverno che consente di regolare in maniera diversificata i ricambi d'aria (cfr. schede prodotti per aerazione par.2.5). Inoltre, nella fase di progetto, si può optare per tipologie di finestre con diverse partizioni, che consentano aperture differenziate: ad esempio parte bassa e parte alta con apertura a vasistas; parte centrale più ampia ad anta a ribalta, ecc.</p> <p><b>SOGGIORNO</b> Si consiglia di installare sistemi di aerazione naturale, tipo bocchette di ventilazione, nei profili o nei cassonetti. Oppure dotare i serramenti di una ferramenta, detta forbice di aerazione (come si è già consigliato per la cucina). E' comunque preferibile installare infissi con più possibilità di apertura.</p> <p><b>CAMERA DA LETTO</b> Si consiglia di installare bocchette di ventilazione inserite nei profili o nei cassonetti e/o ferramenta per un'apertura minima (forbice di aerazione come si è già consigliato per la cucina e la camera da letto). Questi sistemi sono ideali nelle camere da letto, dove la necessità del ricambio d'aria è accompagnata dall'esigenza di mantenere buoni livelli di isolamento acustico per facilitare il riposo.</p> <p><b>BAGNI</b> Anche per questa stanza si suggerisce di utilizzare una ferramenta che consenta un'aerazione minima in inverno (forbici di aerazione). Inoltre si possono preferire finestre con sistemi di apertura misti. Tra i diversi sistemi presenti in commercio, si può optare per uno scorrevole verticale. Infatti, questo tipo di serramento presenta diversi vantaggi: riduce gli ingombri interni; consente di usare il vano finestra per l'arredamento interno; e permette aperture diversificate, a seconda delle necessità.</p>	<p><b>INVERNO</b> Per arieggiare una stanza è sufficiente aprire le finestre per pochi minuti, soprattutto in inverno, quando la differenza tra temperatura interna ed esterna è più elevata. Prolungare maggiormente i tempi di apertura comporta un raffreddamento eccessivo delle pareti, del pavimento e del soffitto (o riscaldamento in estate), e determina enormi sprechi energetici. Di seguito si possono fornire alcune indicazioni sui tempi minimi per ricambiare l'aria in inverno. Naturalmente essi vanno bene in linea generale (non tengono conto del vento, delle dimensioni della stanza e delle finestre, ecc.) per cui sarà necessario apportare delle "correzioni" a seconda del caso specifico. In linea teorica, è preferibile tenere finestra e porta spalancate per pochi minuti al giorno, piuttosto che socchiuse per lungo tempo. Se la porta e la finestra si fronteggiano, si crea una corrente d'aria e il tempo di apertura si riduce da 3 a 5 minuti. Nel caso di una porta finestra, possono bastare anche 2 minuti. Il tempo si allunga fino a una decina di minuti, se si apre solo la finestra e, se questa è dotata di un'apertura a vasistas, si può protrarre l'intervallo fino a trenta minuti. Nel caso i serramenti siano a perfetta tenuta, l'operazione va ripetuta almeno tre volte al giorno*.</p> <p><b>ESTATE</b> E' consigliabile tenere gli infissi chiusi durante il giorno con gli schermi solari abbassati, per evitare il surriscaldamento interno. Nelle ore serali e notturne, quando l'aria esterna è più fresca, aprire le finestre in modo da lasciare uscire il calore interno che si è accumulato durante il giorno e rinfrescare l'aria.</p>

\*Cfr. Carmen Granata, *Il ricambio d'aria, Arieggiare evitando sprechi di energia*.2007, [www. Lavorincasa.it](http://www.Lavorincasa.it)

#### 4.2.2 Raccomandazioni relative all'isolamento termico

Il problema dell'isolamento termico si pone, nei rapporti con gli usi, negli stessi termini del ricambio d'aria, per cui le raccomandazioni date all'utente sono le stesse. Al progettista si consiglia di considerare la possibilità di installare tipologie di serramenti differenti per livelli prestazionali, costi economici ed ambientali, nelle diverse stanze, tenendo conto che i comportamenti di uso sono condizionati dall'attività svolta in ciascuna di esse.

RACCOMANDAZIONI RELATIVE ALL'ISOLAMENTO TERMICO		
REQUISITO	RACCOMANDAZIONI PER IL PROGETTISTA	RACCOMANDAZIONI PER L'UTENTE
<p><b>ISOLAMENTO TERMICO</b> Attitudine ad assicurare un'opportuna resistenza al passaggio di calore in funzione delle condizioni climatiche.</p> <p><b>Specifiche di Prestazione</b> Le prestazioni relative all'isolamento termico degli infissi esterni sono valutabili in base ai valori di trasmittanza termica unitaria U dell'intero infisso che tiene conto sia delle dispersioni attraverso le componenti trasparenti che opache. Per i valori di trasmittanza minimi da rispettare per zona climatica, si veda il D.M. 311/2008 e i nuovi valori aggiornati al 2010.</p>	<p><b>CUCINA/BAGNI</b> Il comportamento è quello di tenere gli infissi aperti per la maggior parte della giornata. Pertanto è preferibile scegliere una soluzione tecnica, tra quelle esistenti, che metta in equilibrio i parametri di costi economici, costi ambientali e livelli prestazionali. Ad esempio si può scegliere un infisso in legno con vetrocamera tradizionale piuttosto che uno con vetrocamera basso emissivo se il bilancio energetico complessivo è ugualmente soddisfatto. Questa scelta tiene conto del fatto che, il ritorno economico del vetro basso emissivo nel tempo, verrebbe inficiato dall'uso, e dunque, non riuscirebbe a compensare né l'aumento di energia incorporata che richiede la produzione di questo elemento, né i costi economici maggiori. Inoltre, l'apposizione di questo film di ossidi metallici sul vetro determina un materiale che non è più riciclabile a fine vita.</p> <p><b>SOGGIORNO/CAMERA DA LETTO</b> Per queste stanze, in cui il comportamento è più equilibrato, si può scegliere un tipo di infisso con adeguati livelli di trasmittanza termica, tenuta, costi economici ed ambientali. A prescindere dal tipo di telaio, si può preferire un vetro <i>low-energy</i>, in grado di raggiungere valori di trasmittanza termica U di 1,5 W/m<sup>2</sup>K, e di 1,1 W/m<sup>2</sup>K con riempimento ad argon</p>	<p>Al fine di non vanificare i risultati legati all'installazione di infissi ad alte prestazioni energetiche l'utente deve adottare un comportamento corretto nell'uso degli infissi. Valgono le indicazioni fornite al punto precedente per il controllo della ventilazione e della qualità dell'aria interna.</p>



### 4.2.3 Raccomandazioni per il controllo del flusso luminoso

L'illuminazione diurna, come già accennato nel secondo capitolo<sup>14</sup>, in merito alla regolazione della luce naturale, ha un'importanza fondamentale per una progettazione energeticamente efficiente, in quanto riduce l'uso di luce artificiale, riduce il surriscaldamento interno legato alla stessa, consente il risparmio di elettricità e migliora il comfort degli utenti negli spazi chiusi per effetto di stimoli alla circolazione sanguigna e della regolazione delle funzioni fisiologiche. La difesa dal calore in estate comporta spesso l'utilizzo di sistemi schermanti che possono compromettere l'ingresso della luce naturale e dunque determinare un uso eccessivo di quella artificiale. Dalla sperimentazione è emerso, infatti, che l'uso degli avvolgibili è pressoché costante in tutte le stanze ed è protratto per tutta la giornata, nonostante il periodo invernale. In questo periodo è consigliabile non adoperare schermi solari per non ostacolare l'ingresso del calore attraverso le superfici vetrate, che è una delle voci di maggior vantaggio nel bilancio termico invernale dell'edificio. Tale comportamento è motivato da esigenze di *privacy* che inducono ad utilizzare gli avvolgibili in luogo delle tende, che comunque sono un elemento sempre presente nelle abitazioni. Allo scopo di influenzare i comportamenti d'uso degli schermi e limitare il ricorso supplementare alla luce artificiale si raccomanda l'uso di sistemi schermanti per lo più a lamelle, variamente orientabili, che permettono sia l'ingresso della luce, sia una maggiore *privacy* rispetto alle tende. Infatti, questi ultimi sono sistemi che consentendo una maggiore libertà e flessibilità d'uso e dunque possono orientare gli utenti verso comportamenti più consapevoli.

---

<sup>14</sup> Cfr. par. 2.4

#### 4. Indicazioni per minimizzare il consumo di risorse durante l'uso

RACCOMANDAZIONI RELATIVE AL CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO		
REQUISITO	RACCOMANDAZIONI PER IL PROGETTISTA	RACCOMANDAZIONI PER L'UTENTE
<p><b>CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO</b>            Attitudine a consentire l'ingresso di energia luminosa dal suo valore massimo fino all'oscurità</p> <p><b>ILLUMINAZIONE NATURALE (UNI 11277)</b>            Il livello di illuminazione naturale in un ambiente confinato deve essere garantito in modo adeguato.</p>	<p><b>CUCINA/ SOGGIORNO</b>            Si consiglia di scegliere tipologie di schermi costituiti di lamelle orientabili in grado di regolare la luce con maggiore flessibilità a seconda delle esigenze degli utenti. Si può scegliere tra avvolgibili a lamelle, tende a veneziana, (installate preferibilmente all'esterno). È valida anche la scelta di installare persiane a battente o scorrevoli, sempre preferendo la tipologia con lamelle orientabili. Si può optare, inoltre, per l'uso di tende parasole esterne con l'aggiunta di tende interne in tessuto filtrante, caratterizzate da varie intensità di trasmissione della luce, fino all'oscuramento totale. Ci sono in commercio serramenti che presentano diverse tipologie di tende incorporati nello stesso vano finestra (cfr. esempi par.3.1, ad esempio il sistema Quadra prodotto da Suncover). Posizionare una tenda all'esterno, migliora la protezione dal calore, riducendo la temperatura interna di 5 - 8 gradi, inoltre, si può scegliere una tenda microforata in modo da non occultare la vista esterna.</p> <p><b>CAMERE DA LETTO</b>            Valgono le indicazioni fornite per la cucina e per il soggiorno. L'innovazione dei vetri ha prodotto sistemi molto sofisticati per la protezione dal sole e il controllo dell'illuminazione interna: si tratta di vetri a cambiamenti di fase i quali però presentano svantaggi legati ai costi, che restano molto elevati, alla durata e alla disuniformità nella distribuzione della luce naturale. Dunque nel caso di edilizia residenziale questi sistemi non sono ancora preferibili.</p> <p><b>BAGNI</b>            In bagno la questione della <i>privacy</i> è un aspetto centrale nel progetto dell'infisso. Pertanto si può optare per l'uso di vetri opachi, satinati o sabbiati, che consentono l'ingresso della luce e assicurano la protezione dagli sguardi esterni, oppure per i sistemi di schermi descritti per le altre stanze.</p>	<p><b>INVERNO</b>            E' consigliabile non usare gli schermi in inverno, perché in questo modo si annullano gli apporti positivi derivanti dal sole. E' sufficiente l'uso delle tende interne per evitare l'abbigliamento.</p> <p><b>ESTATE</b>            E' consigliabile chiudere gli schermi nelle ore diurne, quando il sole è forte, ma orientare le lamelle delle tapparelle o delle veneziane in modo da consentire il passaggio della luce, ed evitare il ricorso alla luce artificiale. Accendere le luci artificiali crea un aumento della temperatura interna, maggiore di quello derivante dalla luce naturale.</p>

### 4.3 Indicazioni per lo sviluppo di nuovi prodotti

I risultati derivanti dall'analisi del caso studio sono stati utilizzati per formulare alcune raccomandazioni per i progettisti e per gli utenti al fine di migliorare l'interazione utente-serramento, a partire da quelle soluzioni tecniche già presenti nell'attuale produzione. Tuttavia, questa scelta non consente di risolvere appieno la questione dell'integrazione degli usi. Come si è detto già nell'introduzione, la produzione attuale, nonostante i notevoli avanzamenti tecnici e di *performances*, non ha risolto completamente la questione dell'integrazione dell'utenza "reale" nel progetto dei serramenti. L'interazione uomo-finestra è infatti ancora "rigida", per cui è auspicabile che la produzione futura si orienti verso sistemi più flessibili. La strada da delineare, a tal fine, è duplice: da un lato riguarda il progetto del serramento che, attraverso interfacce, dispositivi di *feedback* e un buon *mapping*<sup>15</sup> riesca a comunicare all'utente il tipo di interazione da compiere, dall'altro si tratta di rendere l'utenza più consapevole dei propri comportamenti d'uso. A partire da queste premesse la produzione industriale dovrebbe tendere alla creazione di prodotti che consentano di soddisfare, in un unico progetto, l'ampia casistica di comportamenti d'uso. Se il progetto di una maniglia deve essere tale da consentire un'immediata comprensione delle modalità di apertura e di chiusura del serramento, lo stesso deve poter avvenire per la gestione energetica dell'infisso. Ossia, nel regolare i ricambi d'aria, ad esempio, l'utente deve essere messo nella condizione di gestirli nel modo migliore per il proprio comfort e nel rispetto dell'ambiente. L'infisso, come ribadito più volte, è un componente multifunzionale che consente di sfruttare i flussi energetici tra interno ed esterno in maniera diversificata a seconda delle stagioni, pertanto tutt'altro che "semplice", di quanto non lo sia il gesto di aprire e chiudere le finestre, molte volte ripetuto allo stesso modo nel periodo freddo come in quello caldo. La difficoltà di una corretta gestione, quando questa è affidata ai soli utenti, è dovuta all'assenza di informazione sull'uso contrariamente alla tendenza, sempre più diffusa, di dotare tutti i prodotti in commercio, dalla lavatrice alla macchinetta del caffè, di un manuale delle istruzioni: gli utenti si relazionano con gli infissi guidati dalle proprie personali percezioni e animati da un comune buon senso. Questa considerazione, che ha portato ad indicare, al punto precedente, alcune soluzioni tecnologiche già in commercio in grado di gestire la questione del ricambio d'aria, piuttosto che l'accesso della radiazione solare e luminosa negli ambienti interni, in maniera più ampia, può diventare il punto di partenza per orientare lo sviluppo futuro verso nuovi prodotti sempre più flessibili. Una prima ipotesi, dunque, è quella di dotare le finestre di un semplice manuale per l'utente. Quello che si può proporre, è un opuscolo, che sia venduto in accoppiamento al serramento, e che consenta di apprendere alcuni concetti sull'importanza di un uso e di una gestione più sostenibile del serramento stesso a partire anche dal ridefinire le proprie esigenze di comfort abitativo in nome di un'etica ambientale. Le

---

<sup>15</sup> Cfr. par.3.1.1



informazioni possono essere del tipo di quelle proposte nelle raccomandazioni formulate nel paragrafo precedente. Ad esse si possono integrare alcune indicazioni su operazioni manutentive da compiere periodicamente, per prolungare la vita utile del serramento.

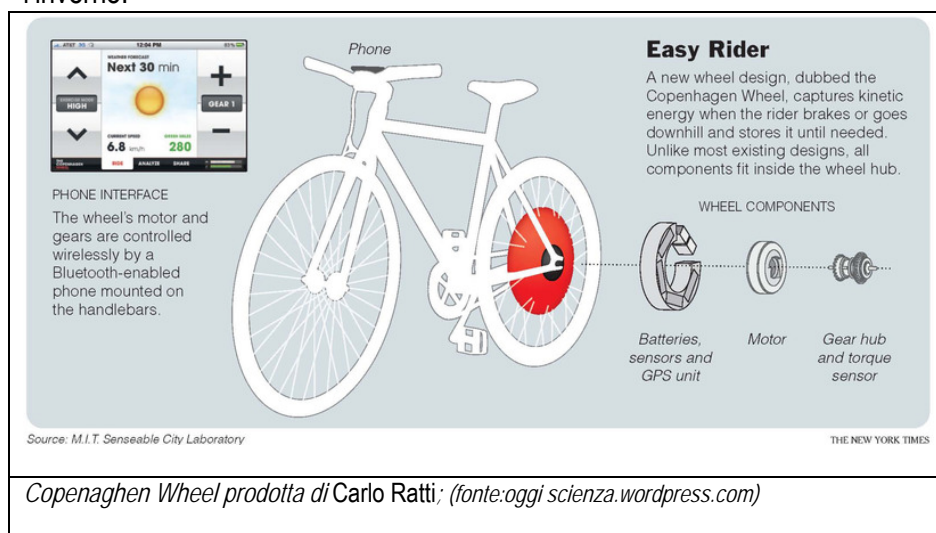
Un'altra strada da percorrere può essere quella dello sviluppo di un nuovo *concept* di una finestra interattiva. Per ottimizzare l'efficienza complessiva del serramento si può, infatti, dotarlo di dispositivi di *feedback* (in grado di rendere più consapevole l'interazione dell'utente con la finestra, in merito ai ricambi d'aria). Nel terzo capitolo sono stati illustrati alcuni esempi di prodotti che, attraverso segnali luminosi forniscono agli utenti informazioni sui consumi energetici. Questi prodotti hanno ottenuto risultati molto positivi riducendo i consumi fino al 40%<sup>16</sup>. Ad esempio, attraverso semplici sistemi luminosi costituiti da led colorati, messi in collegamento con dei sensori collocati all'interno della stanza che misurano le temperature e la qualità dell'aria, si può avvisare l'utente che è necessario aprire il serramento per ricambiare l'aria. La luce rossa accesa indicherebbe la necessità di apertura della finestra, mentre il verde informerebbe l'utente sull'avvenuto ricambio d'aria. Un sistema siffatto sarebbe più semplice di un impianto di domotica e consentirebbe agli utenti di partecipare, in maniera cosciente e consapevole, alla gestione del proprio *habitat* aumentando, inoltre, il grado di soddisfazione finale. L'energia necessaria per accendere e spegnere i led potrebbe essere ottenuta con l'integrazione di un piccolo pannello fotovoltaico nei profili dei telai o nella mostra (come già esiste in alcuni prodotti in commercio cfr. cap.3 esempi di design sostenibili). Oppure si potrebbe produrre energia attraverso il movimento di rotazione di una tradizionale maniglia ad asta e argano, utilizzabile ad esempio per regolare gli schermi. Essa andrebbe corredata di una batteria per immagazzinare l'energia

<sup>16</sup> Cfr. Esempi di Design per i comportamenti sostenibili. Capitolo 3.1.1

prodotta dal movimento di rotazione. Questo sistema è già stato sperimentato in alcuni prodotti, quali ad esempio il *computer 100\$ Laptop* di Negro Ponte che si carica con l'energia prodotta dalla rotazione di una manovella<sup>17</sup> e la bicicletta di Ratti, la *Copenhagen Wheel*, che conserva l'energia prodotta pedalando per utilizzarla nei tratti più difficili<sup>18</sup>.

La flessibilità di usi di cui si è parlato, deve inoltre orientare la produzione verso lo sviluppo di prodotti che consentano aperture sempre più diversificate, per soddisfare esigenze di aerazione diverse. In questo caso si può agire perfezionando il progetto della maniglia e della ferramenta.

Inoltre, per aumentare il livello di adattabilità, la produzione futura dovrebbe orientarsi verso prodotti in grado di "modificarsi" al variare delle stagioni, attraverso l'aggiunta e la sottrazione di elementi opzionali. Il progetto della finestra potrebbe essere corredato di un *kit estate-inverno*, che consenta di utilizzare opzioni integrative e migliorative a seconda della stagione: esiste già, in commercio, un sistema di infisso che monta un tipo di ferramenta diverso a seconda della stagione così da regolare adeguatamente l'apertura per il ricambio d'aria e, allo stesso tempo, assicurare il contenimento delle dispersioni energetiche (cfr. Esempi di design sostenibili, cap.3; schede prodotto-aerazione cap.2). Il *kit* può contenere accessori per la semplice manutenzione, guarnizioni di ricambio e/o di aggiunta, e sistemi di schermi solari flessibili. Questi ultimi possono andare dalla classica veneziana, alla tenda a rullo, oppure a tende diversificate per stagione con superfici riflettenti per l'estate, in modo da respingere la radiazione solare e assorbenti per l'inverno.



<sup>17</sup> Il computer è stato pensato per bambini dai 6 ai 12 anni dei paesi in via di sviluppo. Tra i vari problemi che il progetto ha dovuto affrontare, quello dell'approvvigionamento di energia elettrica è stato risolto attraverso la dotazione di una manovella in grado di generare 2-4 Watt sufficienti alla ricarica del portatile attraverso un movimento meccanico di rotazione molto semplice.

Cfr. Tamborini P., *Design sostenibili oggetti, sistemi e comportamenti*, Electa, Verona, 2009, pag.6.

<sup>18</sup> Cfr. *La nuova ecologia, il mensile di Legambiente*, n.8, settembre 2010, pag. 9.



Queste proposte rappresentano un esempio di come la produzione futura si possa orientare verso l'integrazione di sistemi che vanno dal semplice manuale d'uso, ai led, al kit estate-inverno, al progetto di una

“speciale” maniglia. Il filo conduttore di questi nuovi prodotti è quello di puntare su livelli di flessibilità e variabilità del progetto sempre più alti, allo scopo di implementare, al meglio, le diversità, difficilmente generalizzabili, degli utenti finali: sviluppare serramenti più adatti alle esigenze dell'utenza e dell'ambiente. La chiave per un design sostenibile secondo Tamborrini è un “*design per component*”: non pensare agli oggetti come a dei dispositivi chiusi ma piuttosto sistemi aperti e flessibili in cui sia possibile sostituire le parti<sup>19</sup>. Per ottimizzare l'efficienza energetica bisogna agire, necessariamente, migliorando il rapporto uomo-sistema al fine di creare le giuste condizioni di sostegno agli usi, aumentando il livello di comprensione e di partecipazione complessivi dell'utente per il raggiungimento del proprio comfort negli edifici nel rispetto dell'ambiente.

In linea generale, le proposte illustrate possono essere sintetizzate in alcune indicazioni per la progettazione di nuovi prodotti orientati al risparmio in fase d'uso, come proposto di seguito:

#### INDICAZIONI PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI PER MINIMIZZARE I CONSUMI IN FASE D'USO

- Facilitare e favorire l'utente nel risparmio di energia e di materiali (manuale d'uso)
- Progettare dispositivi di *feedback* (segnali luminosi/segnali acustici, ecc.)
- Progettare per l'efficienza del consumo energetico
- Progettare per l'efficienza del consumo di materiali
- Progettare sistemi adeguatamente coibentati (low-energy, solar control, ecc..)
- Progettare parti a funzioni multiple e sostituibili a seconda delle stagioni (ferramenta stagionale, tende diversificate, kit estate-inverno, ecc.)
- Progettare schermi flessibili (veneziane orientabili, tende assorbenti/riflettenti)
- Progettare sistemi di apertura diversificati
- Progettare sistemi che consentano ricambi d'aria minimi in inverno (forbice di aerazione, bocchette di aerazione, ecc.)

---

<sup>19</sup> Cfr. Tamborrini P., *op.cit.*

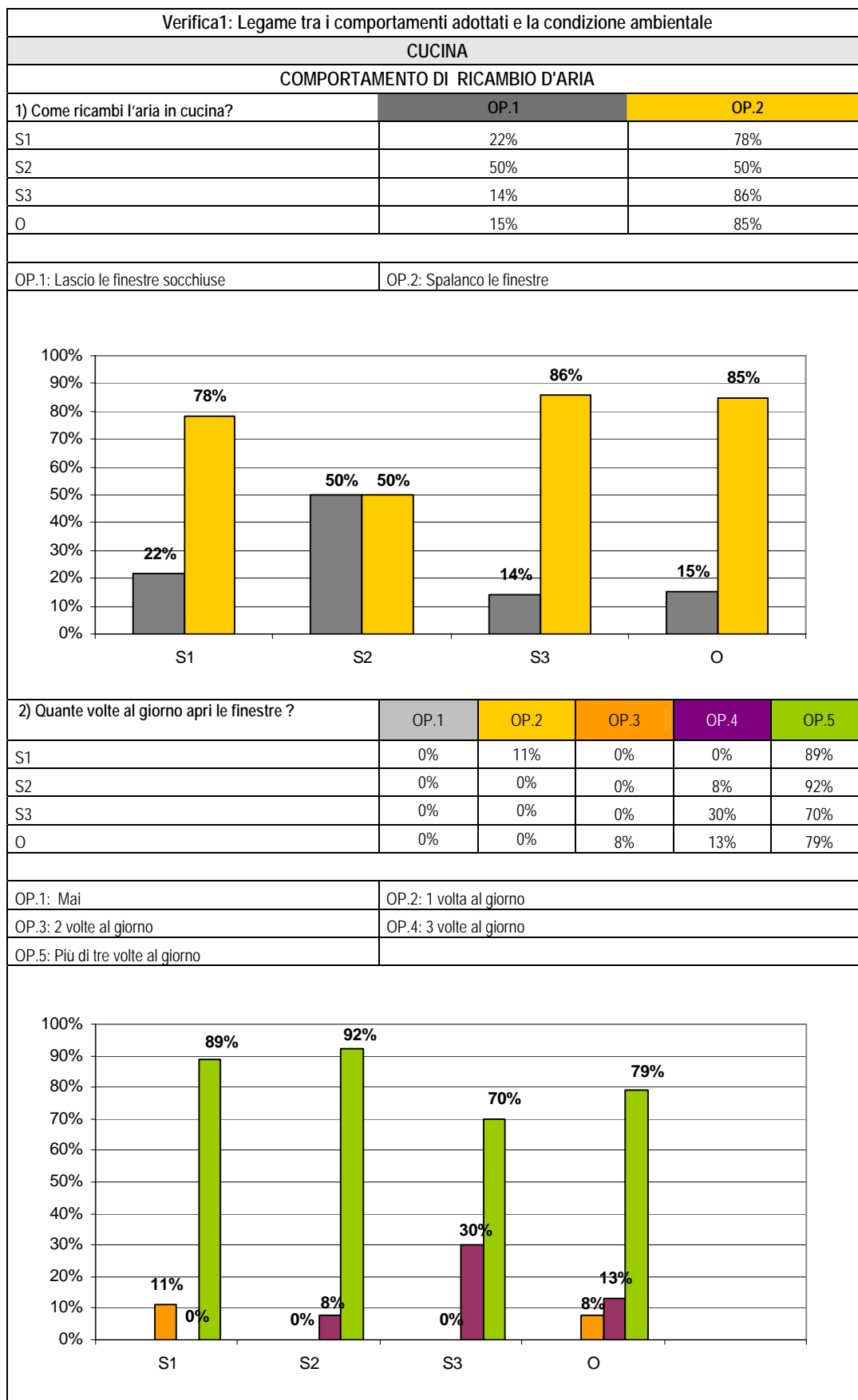
## Apparati

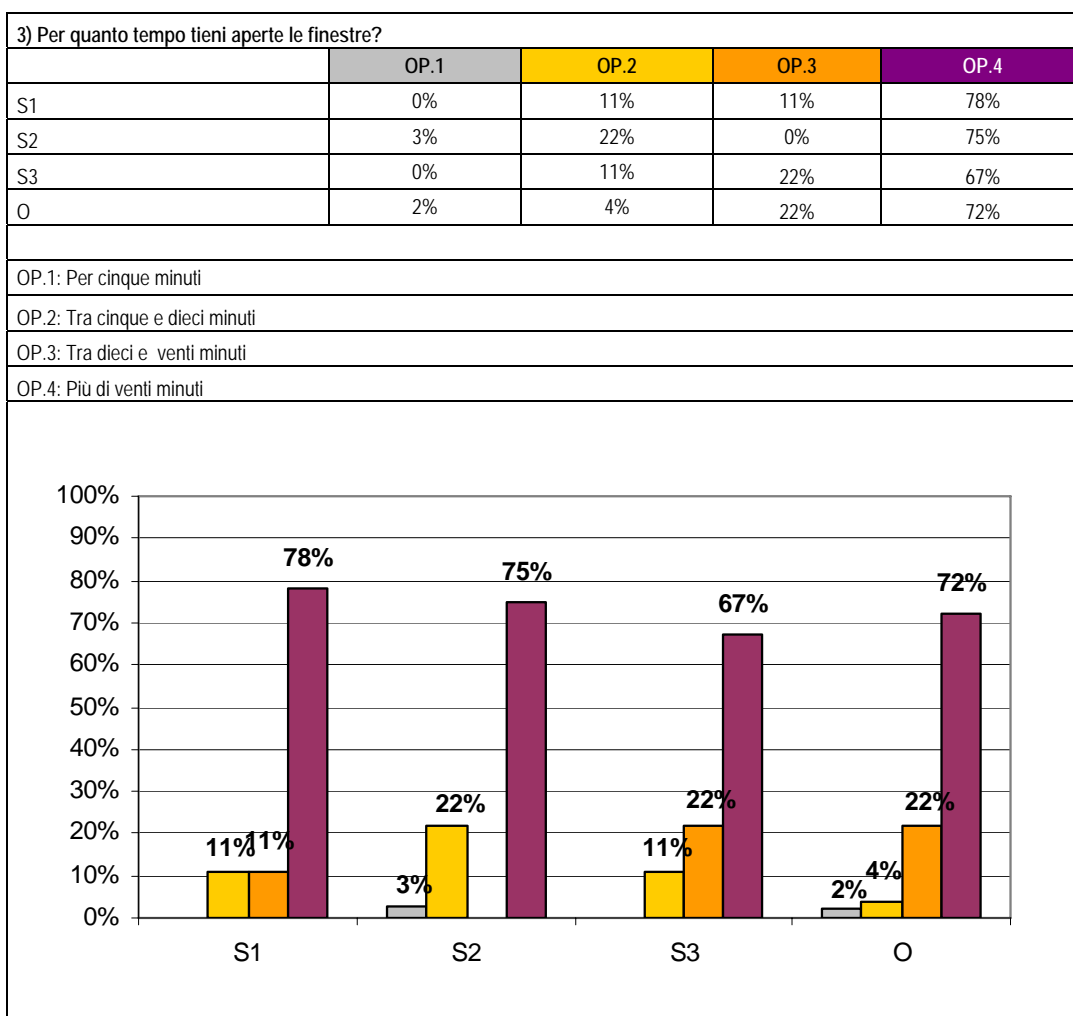


(fonte: Teresa La Femina, archivio fotografico)

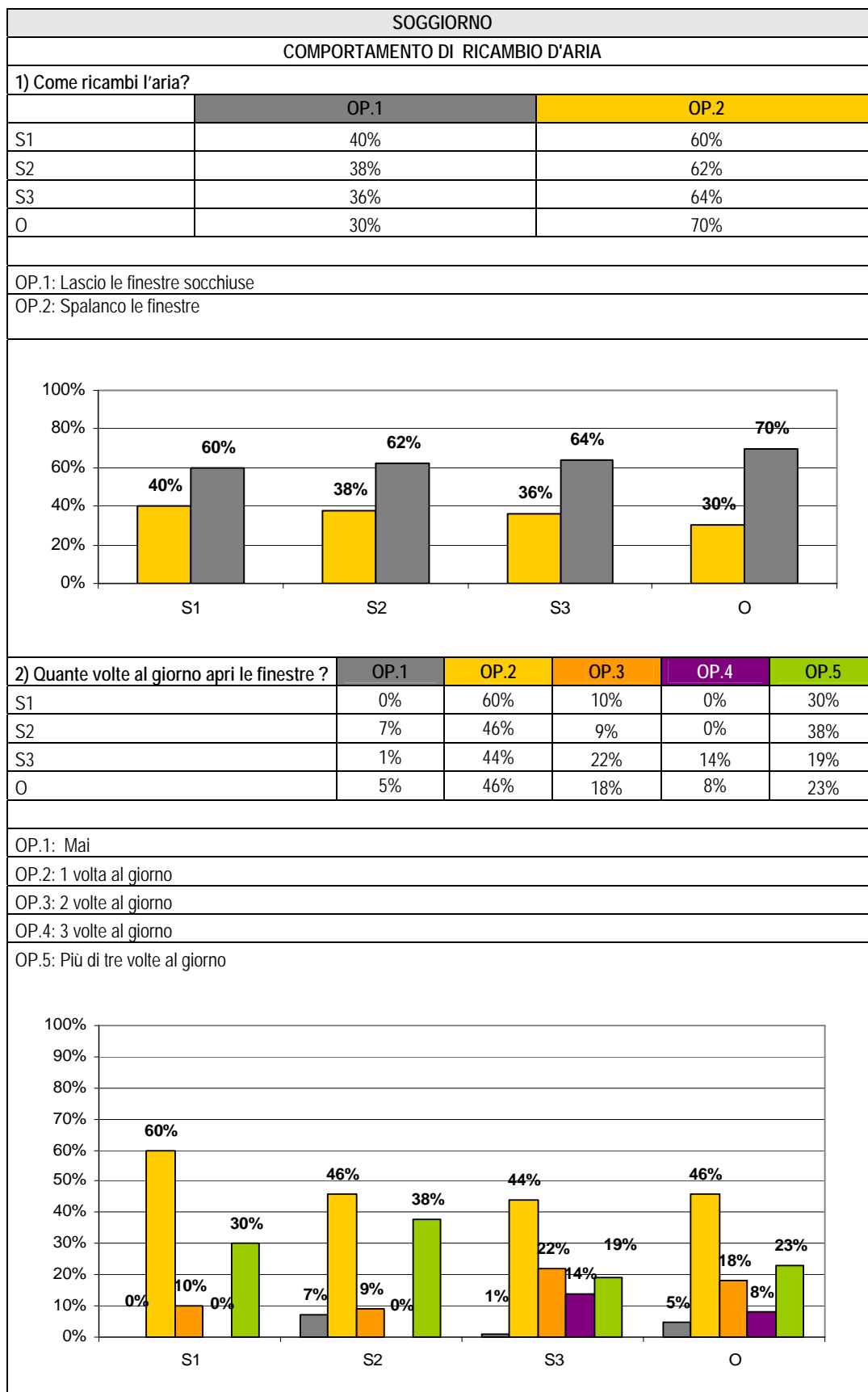
## I. Schde di sintesi dei risulatati dell'indagine sull'uso dei serramenti

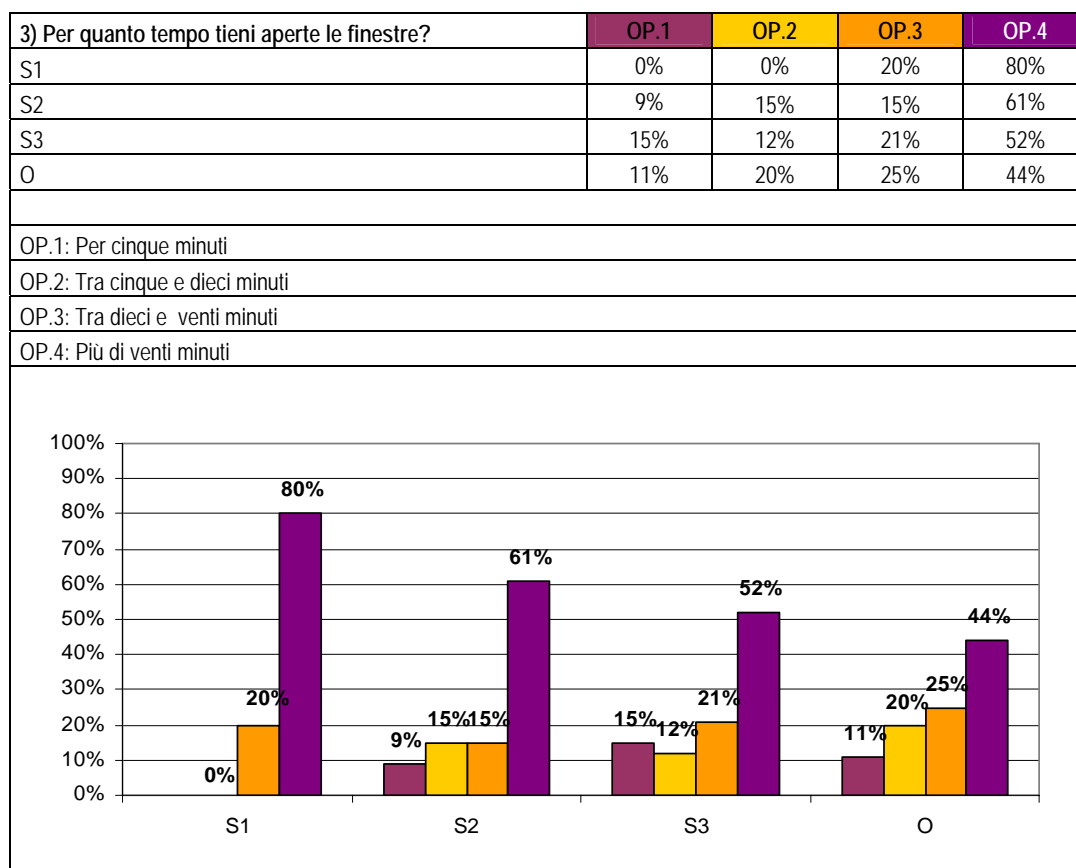








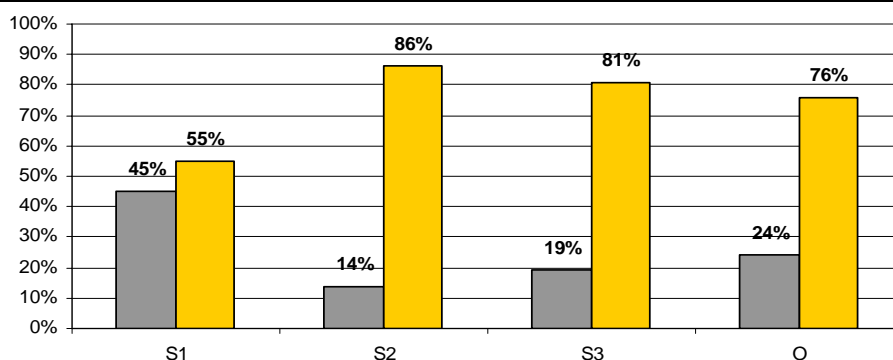




CAMERA MATRIMONIALE		
COMPORTAMENTO DI RICAMBIO D'ARIA		
1) Come ricambi l'aria?		
	OP.1	OP.2
S1	45%	55%
S2	14%	86%
S3	19%	81%
O	24%	76%

OP.1: Lascio le finestre socchiuse

OP.2: Spalanco le finestre



2) Quante volte al giorno apri le finestre ?	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4	OP.5
S1	0%	50%	20%	10%	20%
S2	0%	50%	6%	22%	22%
S3	0%	33%	25%	22%	20%
O	0%	44%	24%	12%	20%

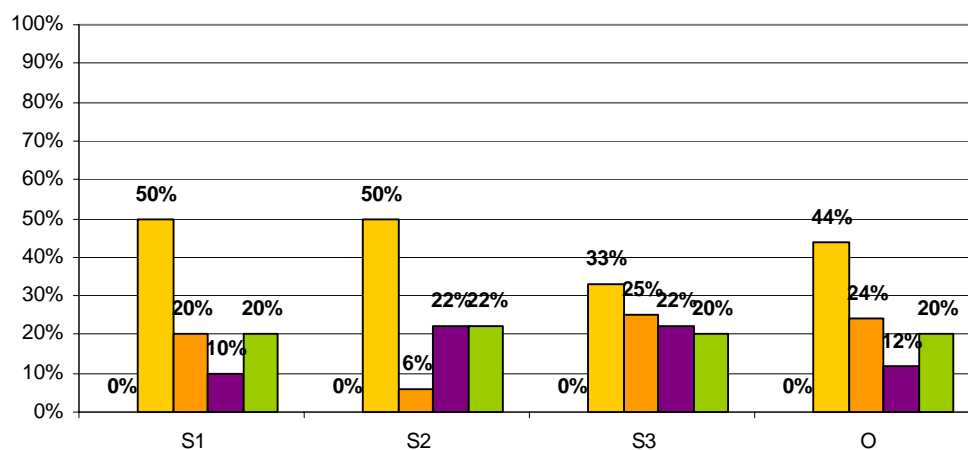
OP.1: Mai

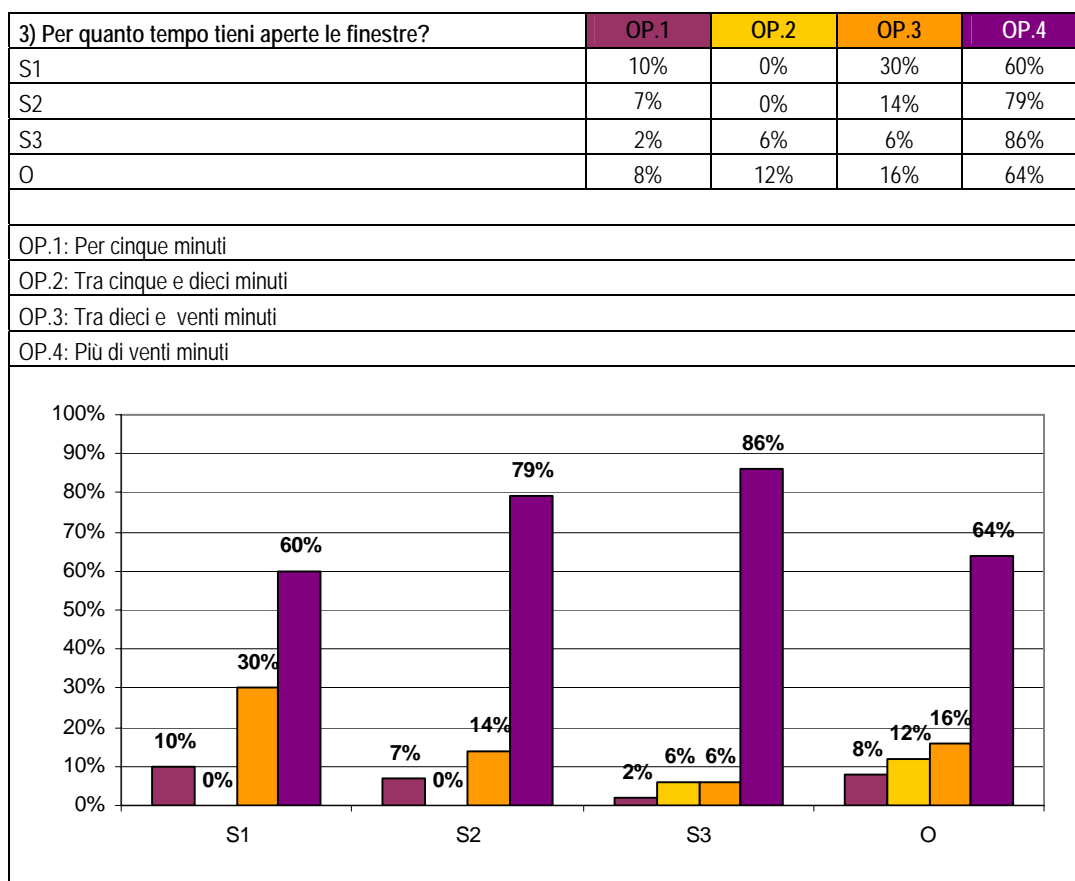
OP.2: 1 volta al giorno

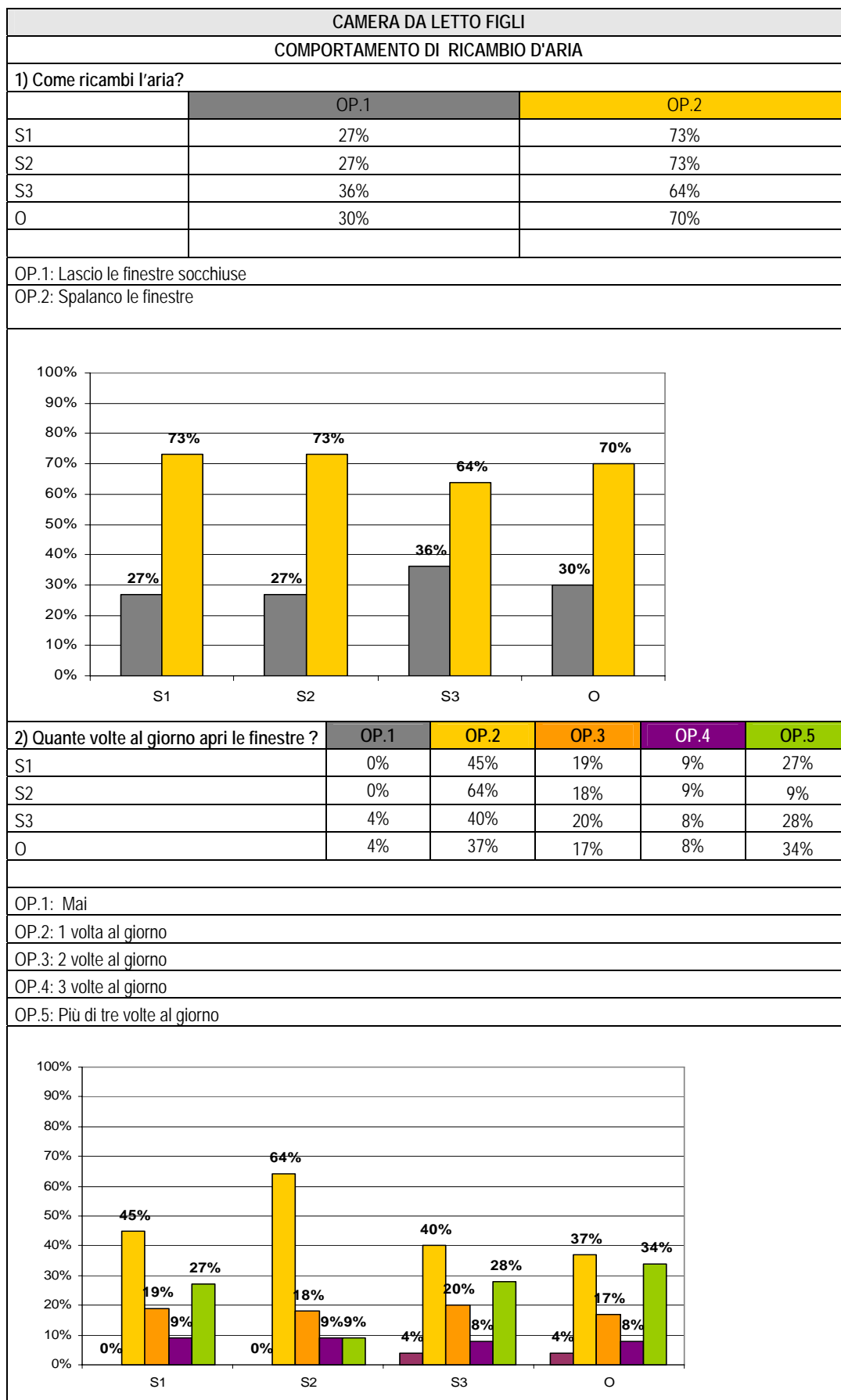
OP.3: 2 volte al giorno

OP.4: 3 volte al giorno

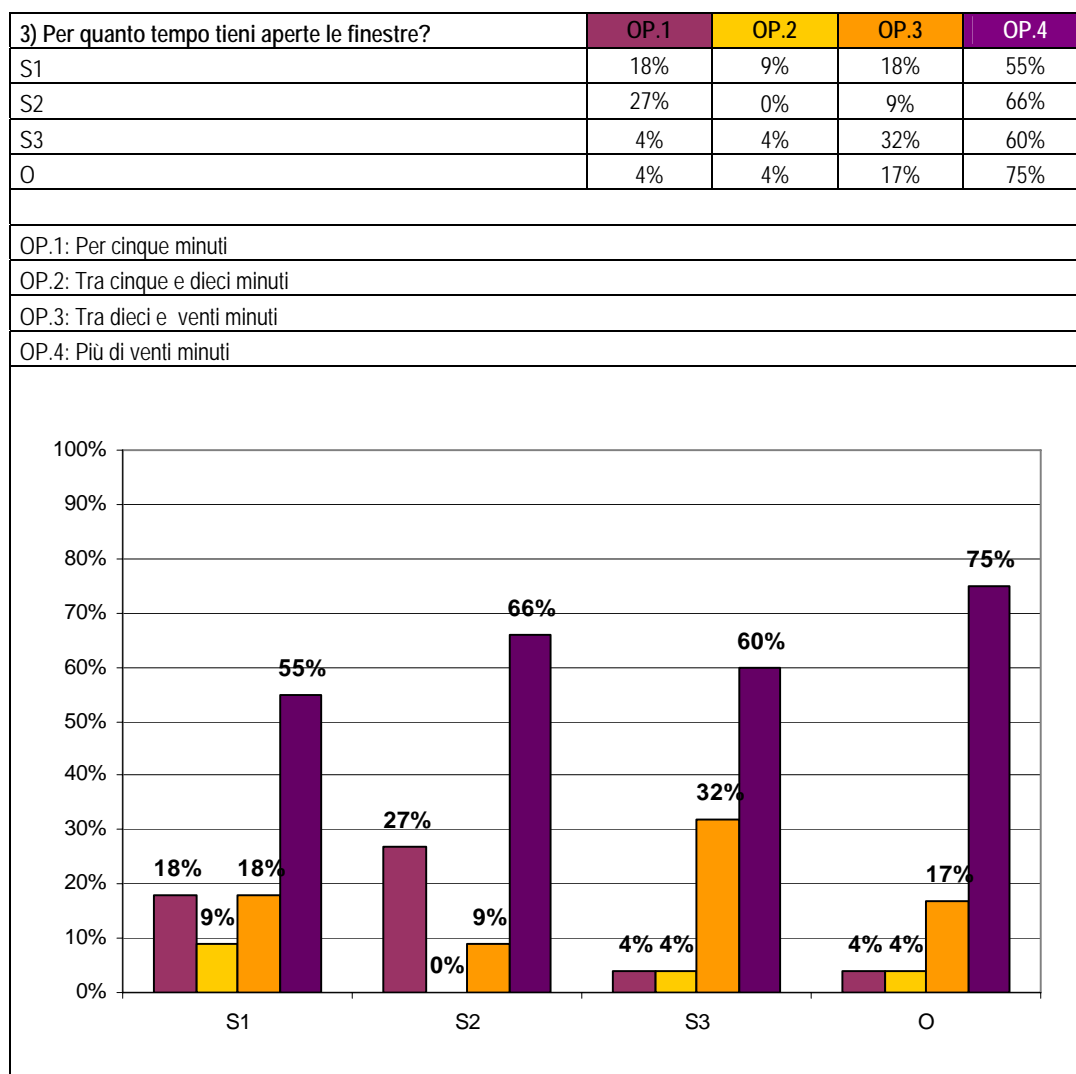
OP.5: Più di tre volte al giorno

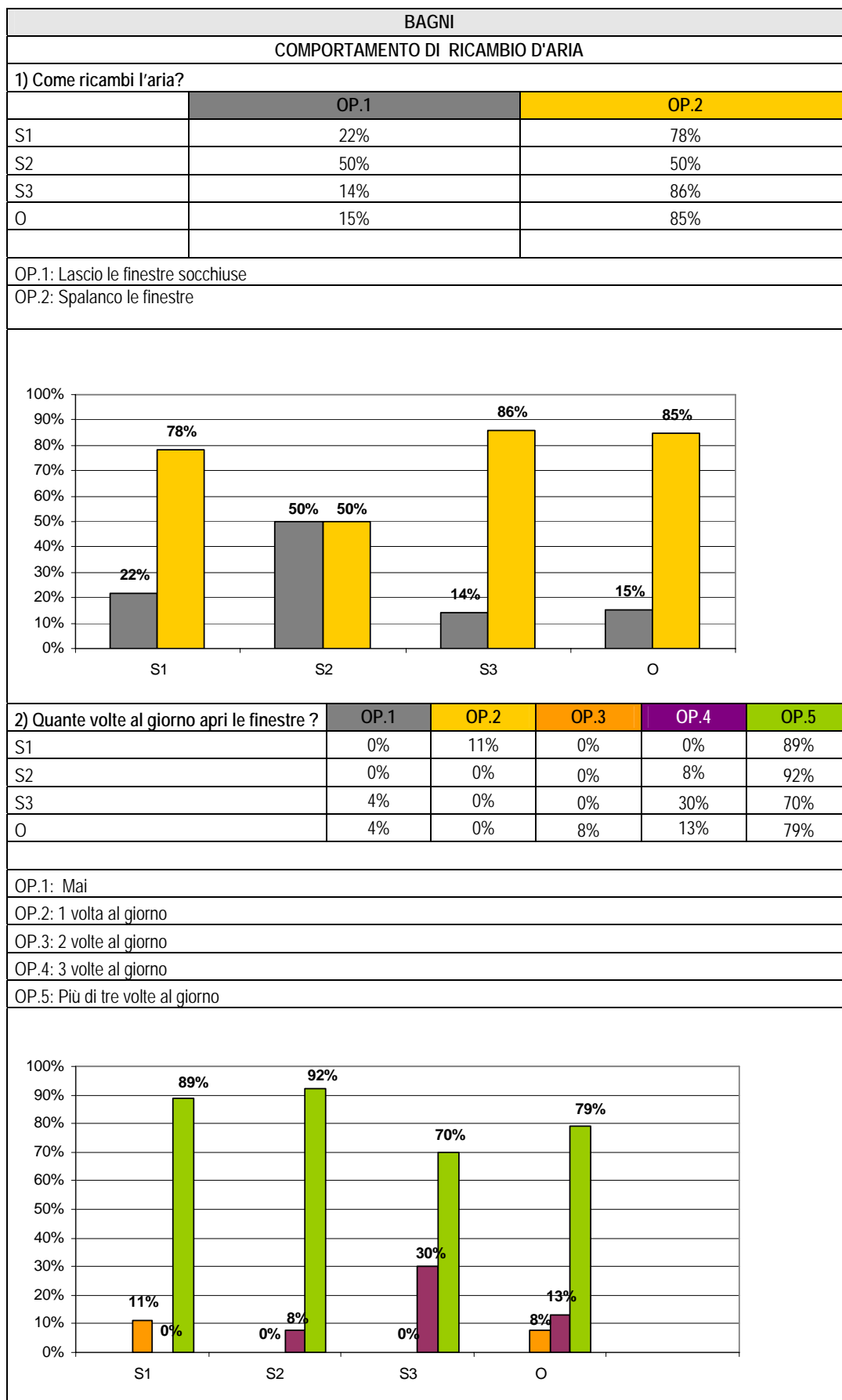


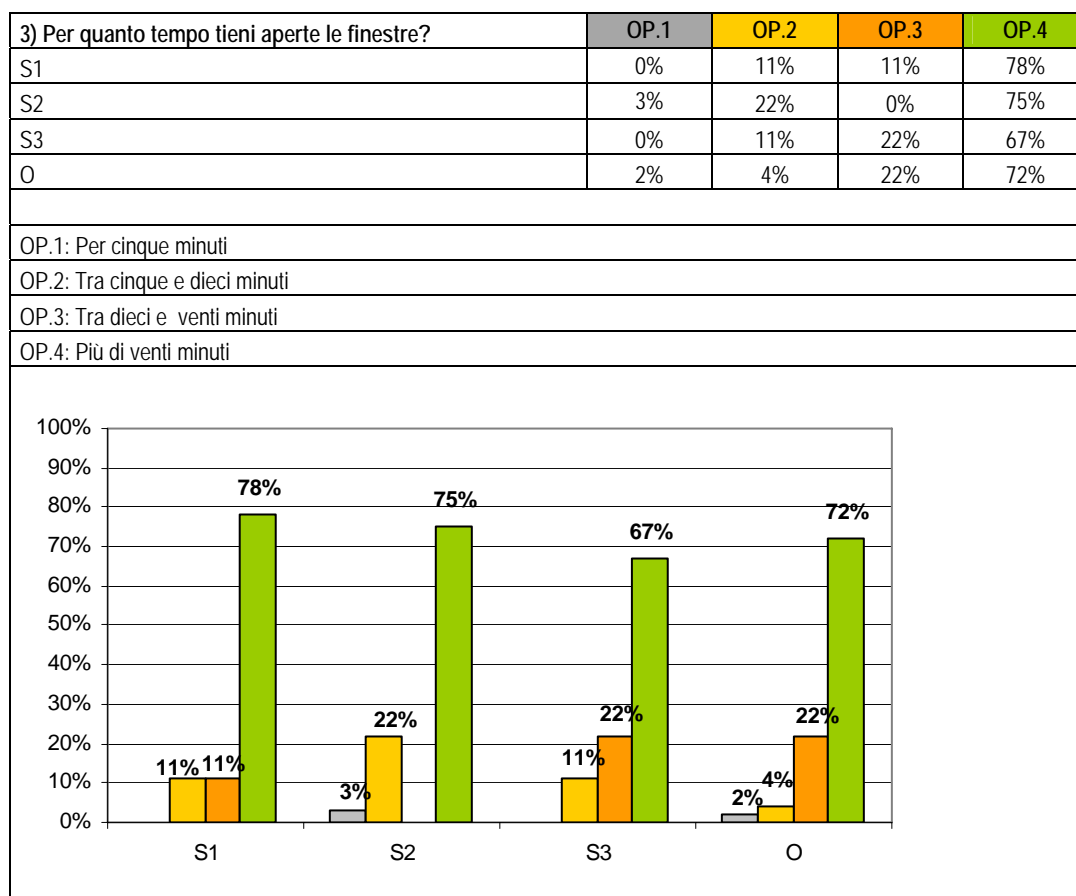


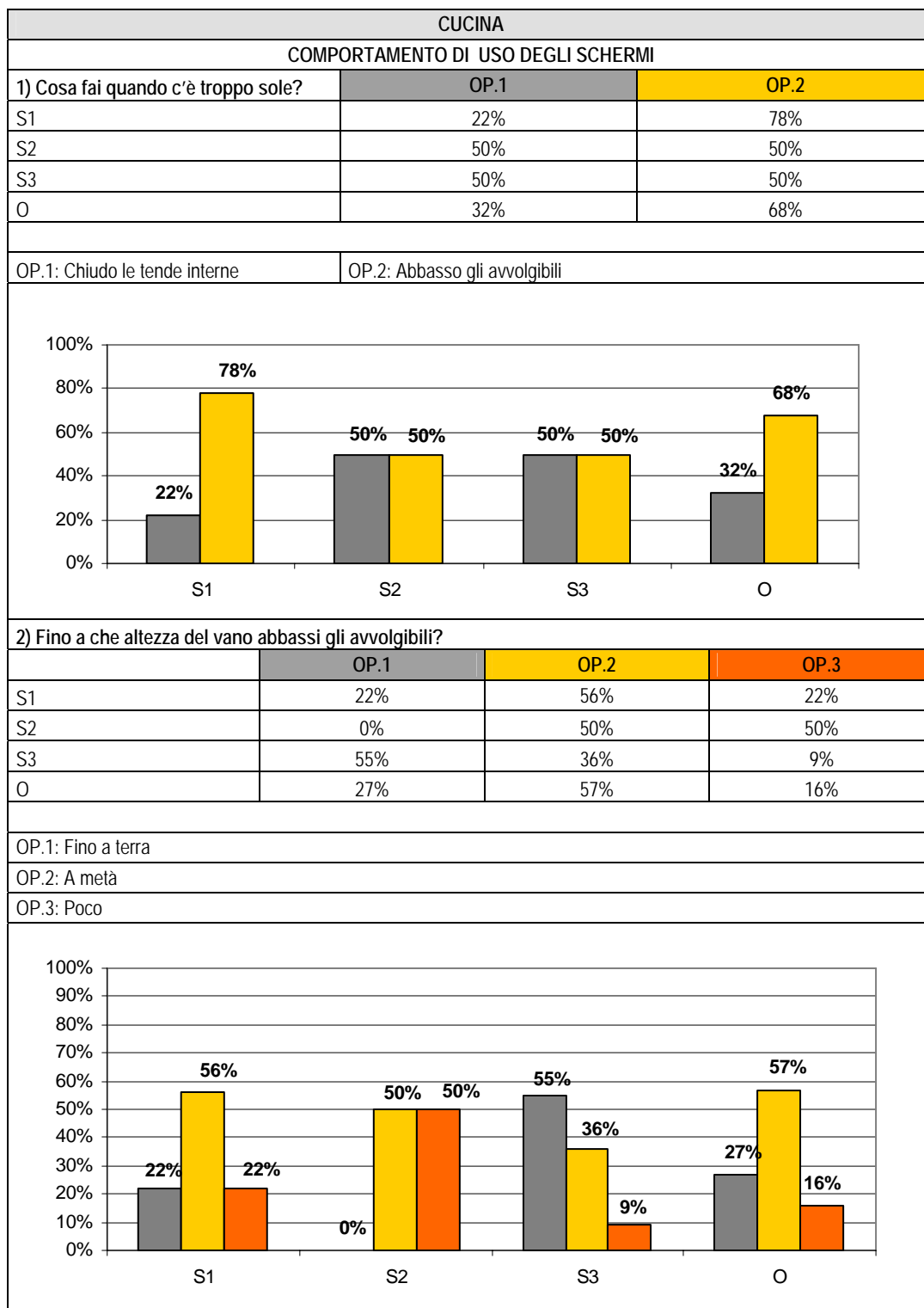


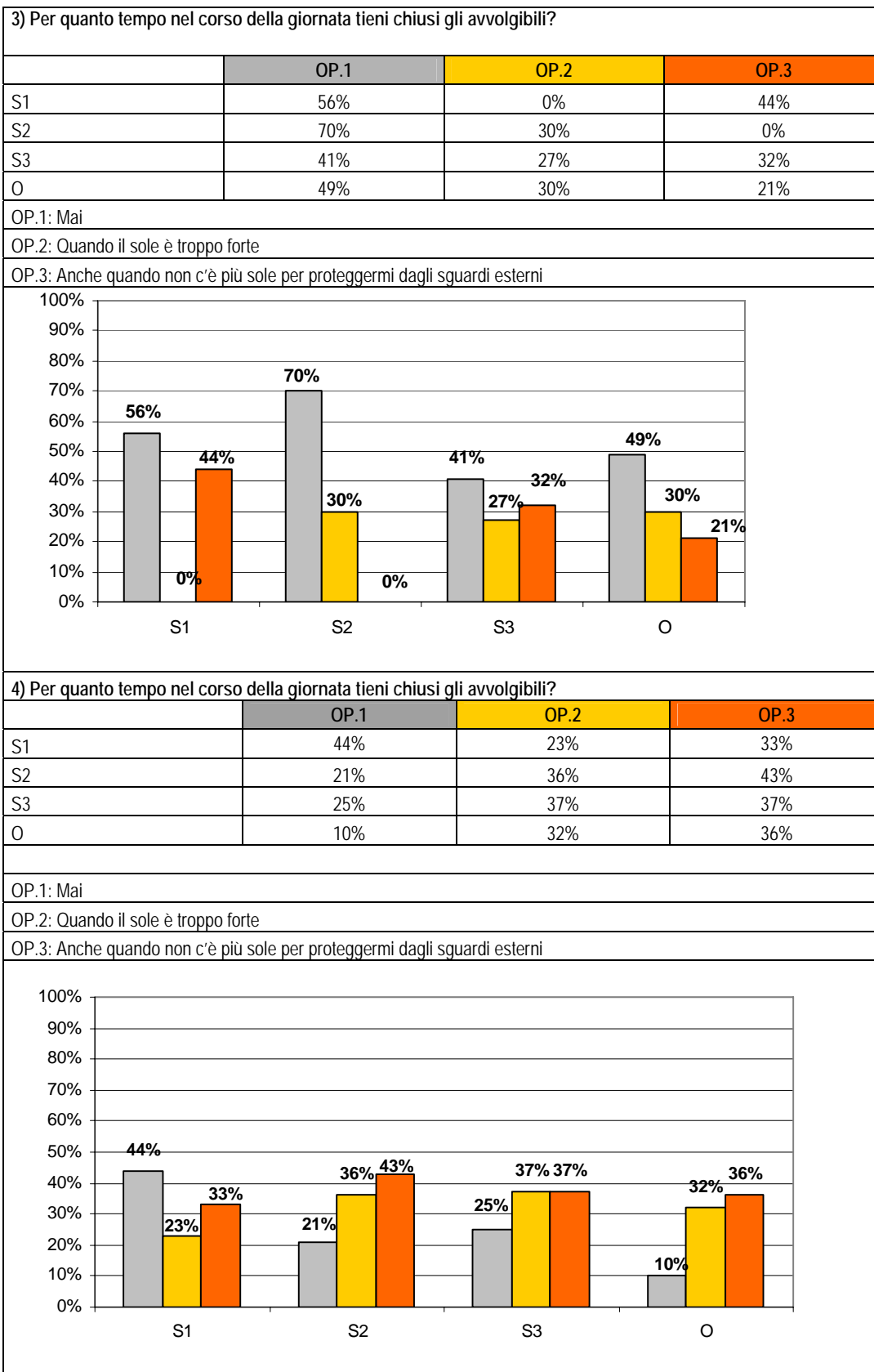
















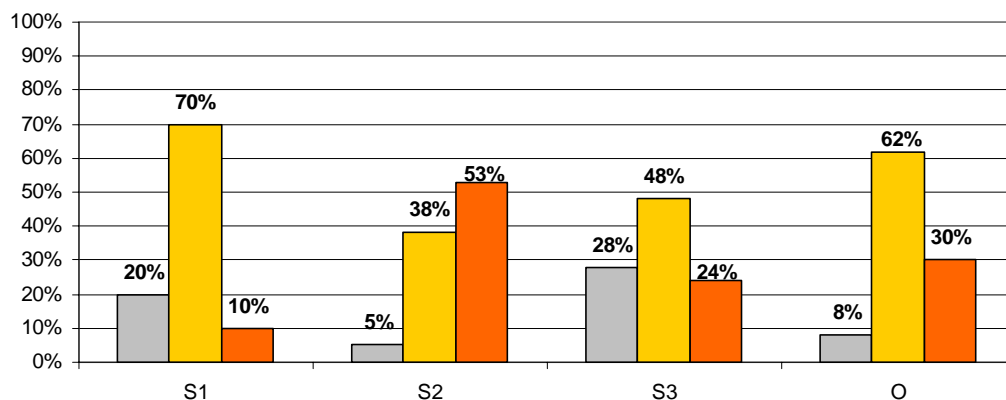
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
S1	20%	70%	10%
S2	5%	38%	53%
S3	28%	48%	24%
O	8%	62%	30%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



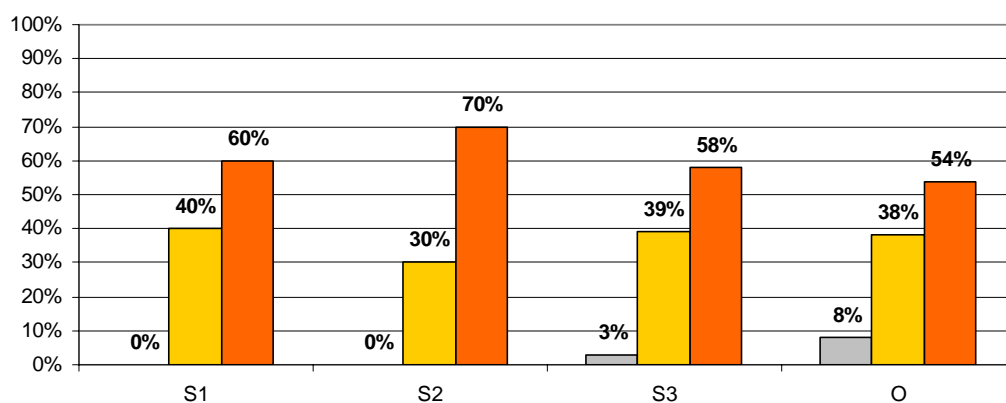
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

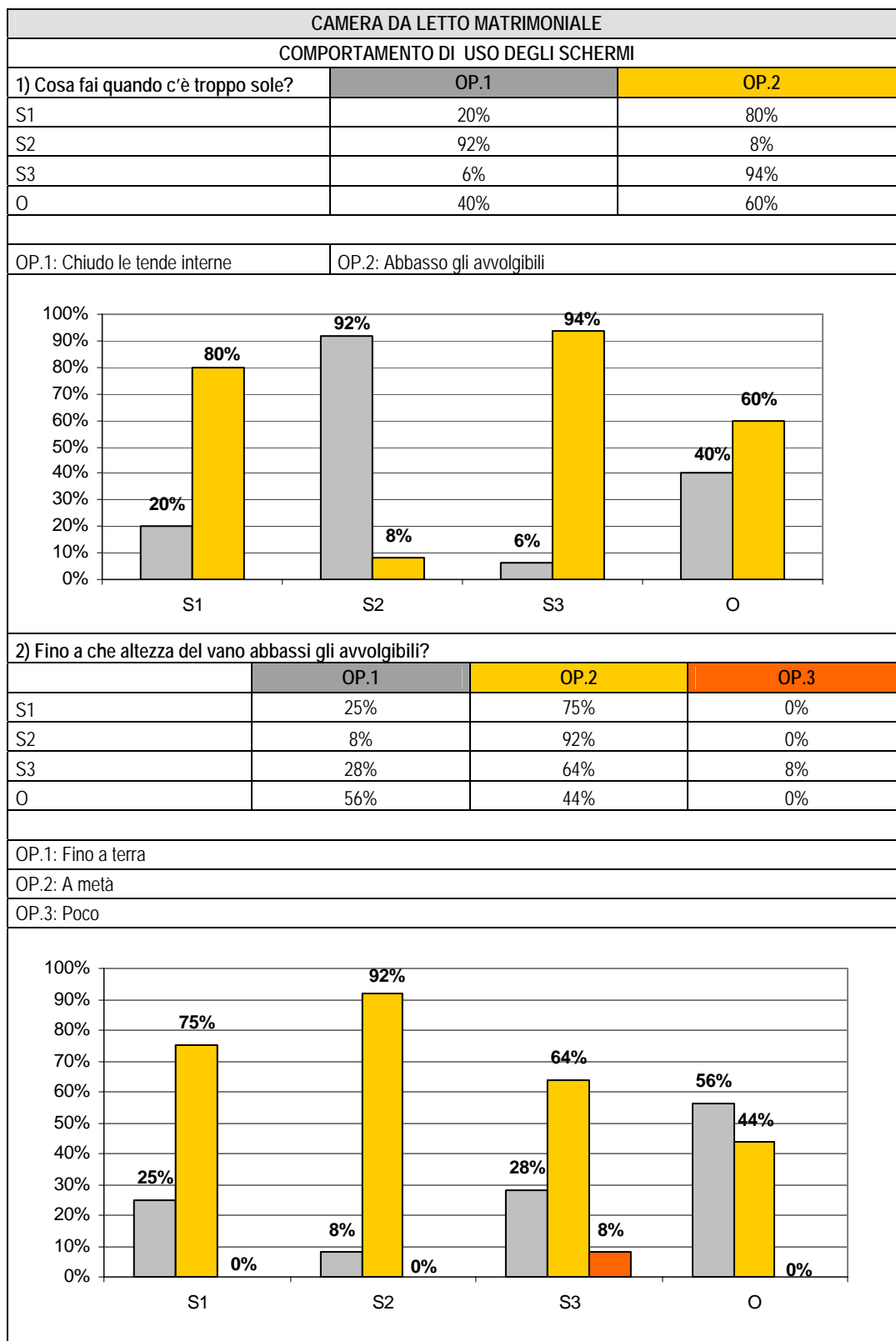
	OP.1	OP.2	OP.3
S1	44%	23%	33%
S2	21%	36%	43%
S3	25%	37%	37%
O	10%	32%	36%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni





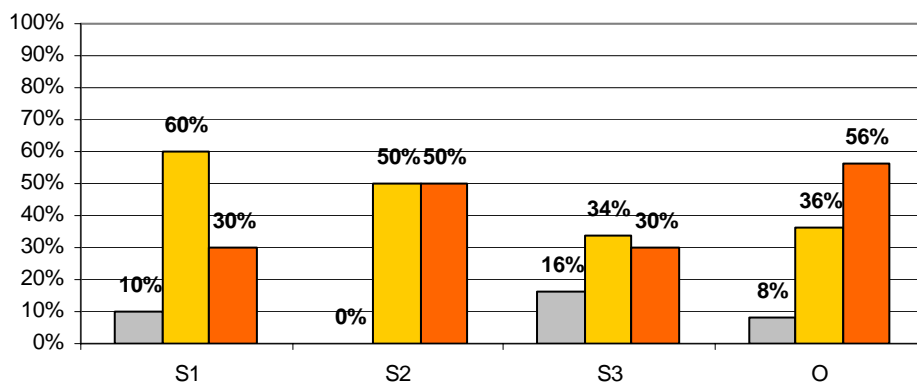
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
S1	10%	60%	30%
S2	0%	50%	50%
S3	16%	34%	30%
O	8%	36%	56%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



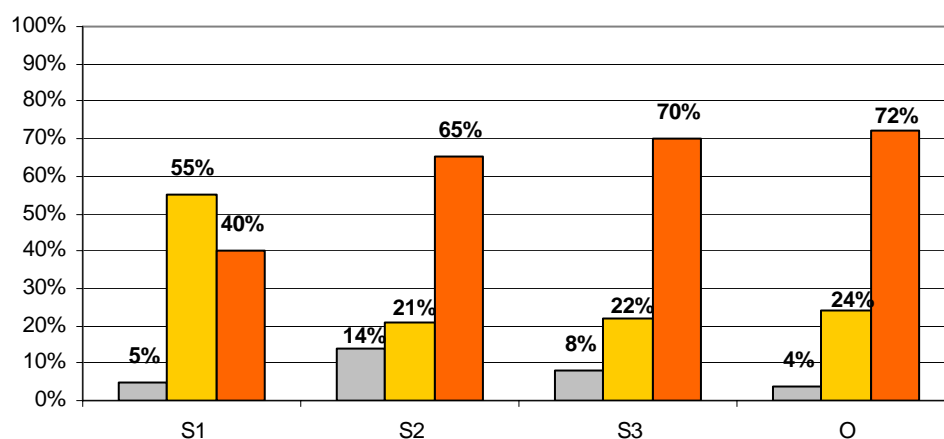
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

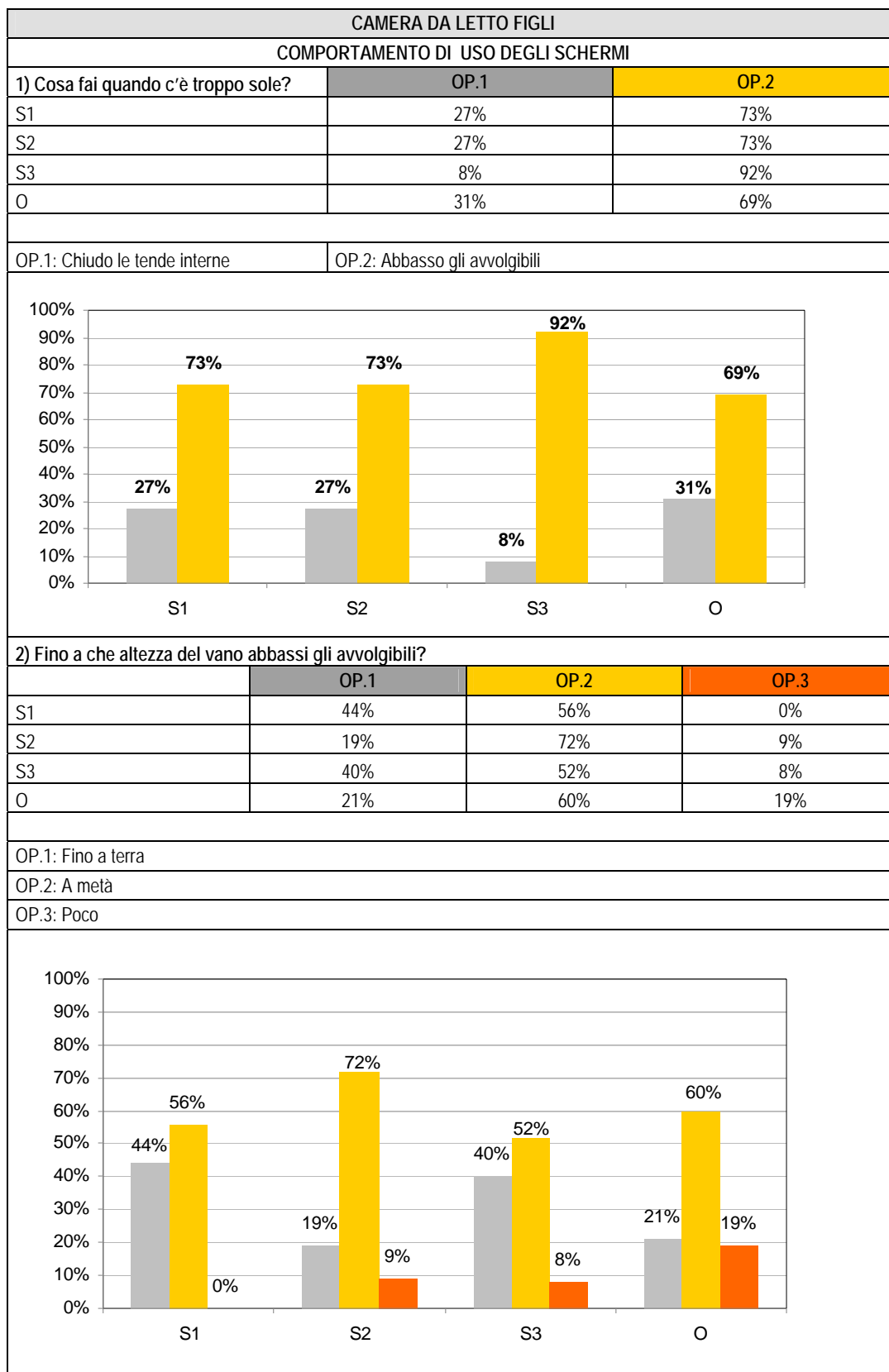
	OP.1	OP.2	OP.3
S1	5%	55%	40%
S2	14%	21%	65%
S3	8%	22%	70%
O	4%	24%	72%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni







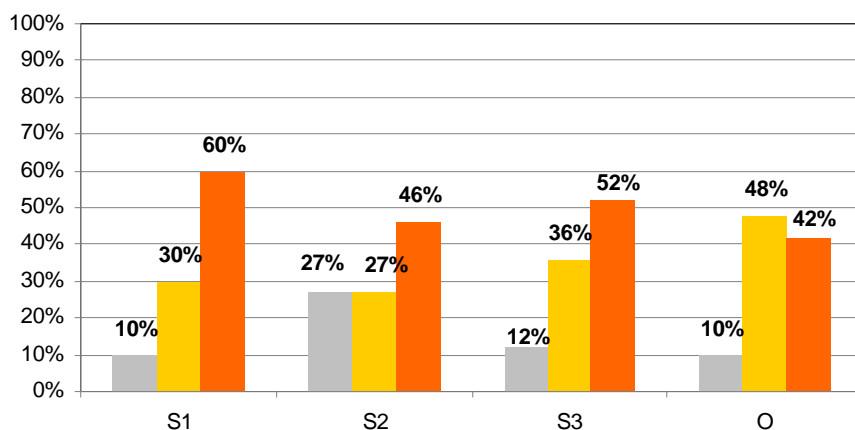
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
S1	10%	30%	60%
S2	27%	27%	46%
S3	12%	36%	52%
O	10%	48%	42%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



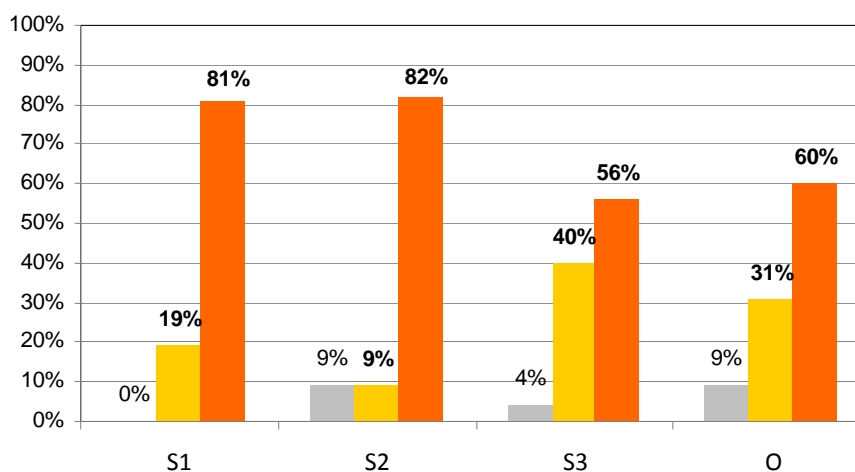
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

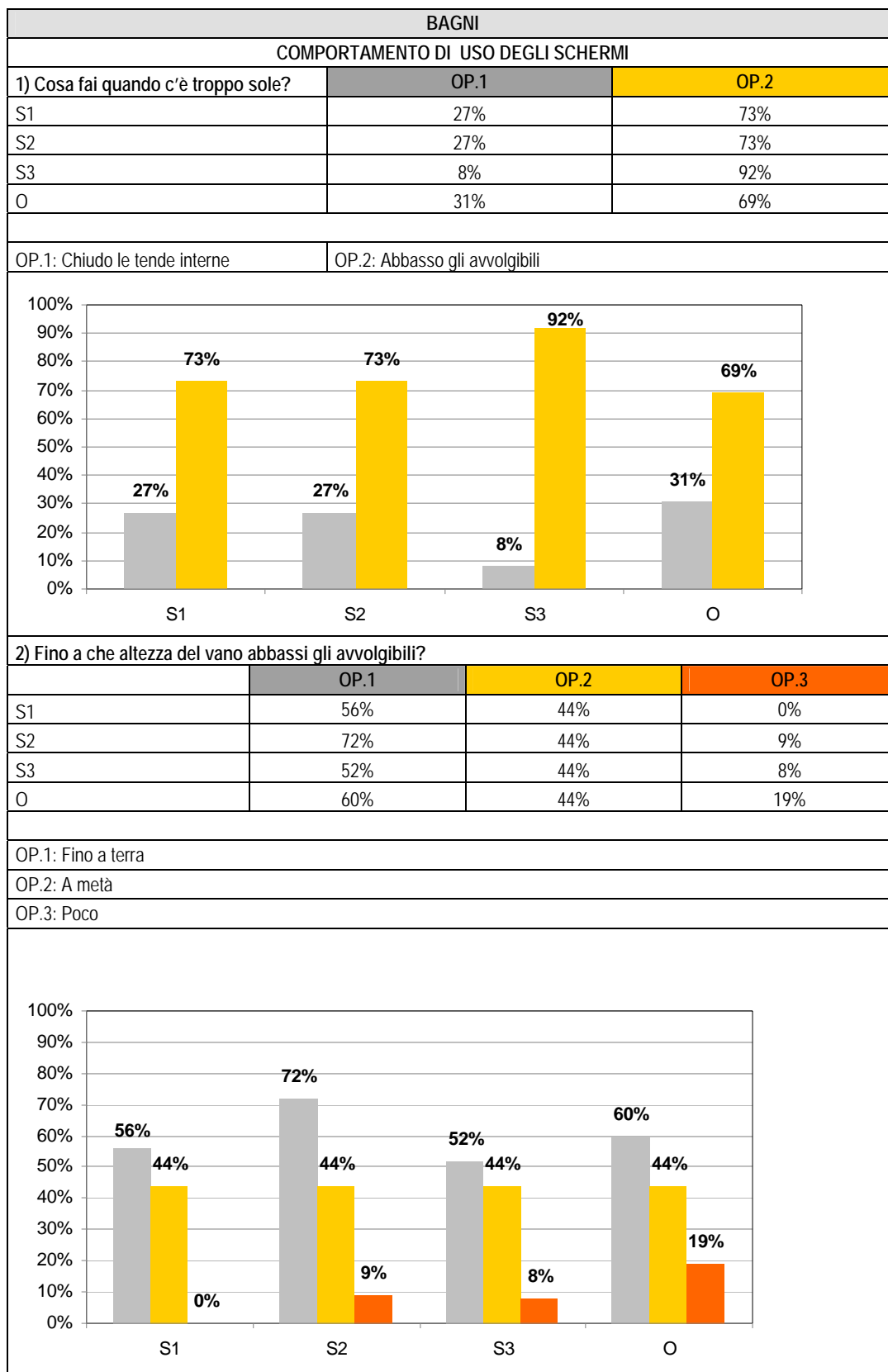
	OP.1	OP.2	OP.3
S1	0%	19%	81%
S2	9%	9%	82%
S3	4%	40%	56%
O	9%	31%	60%

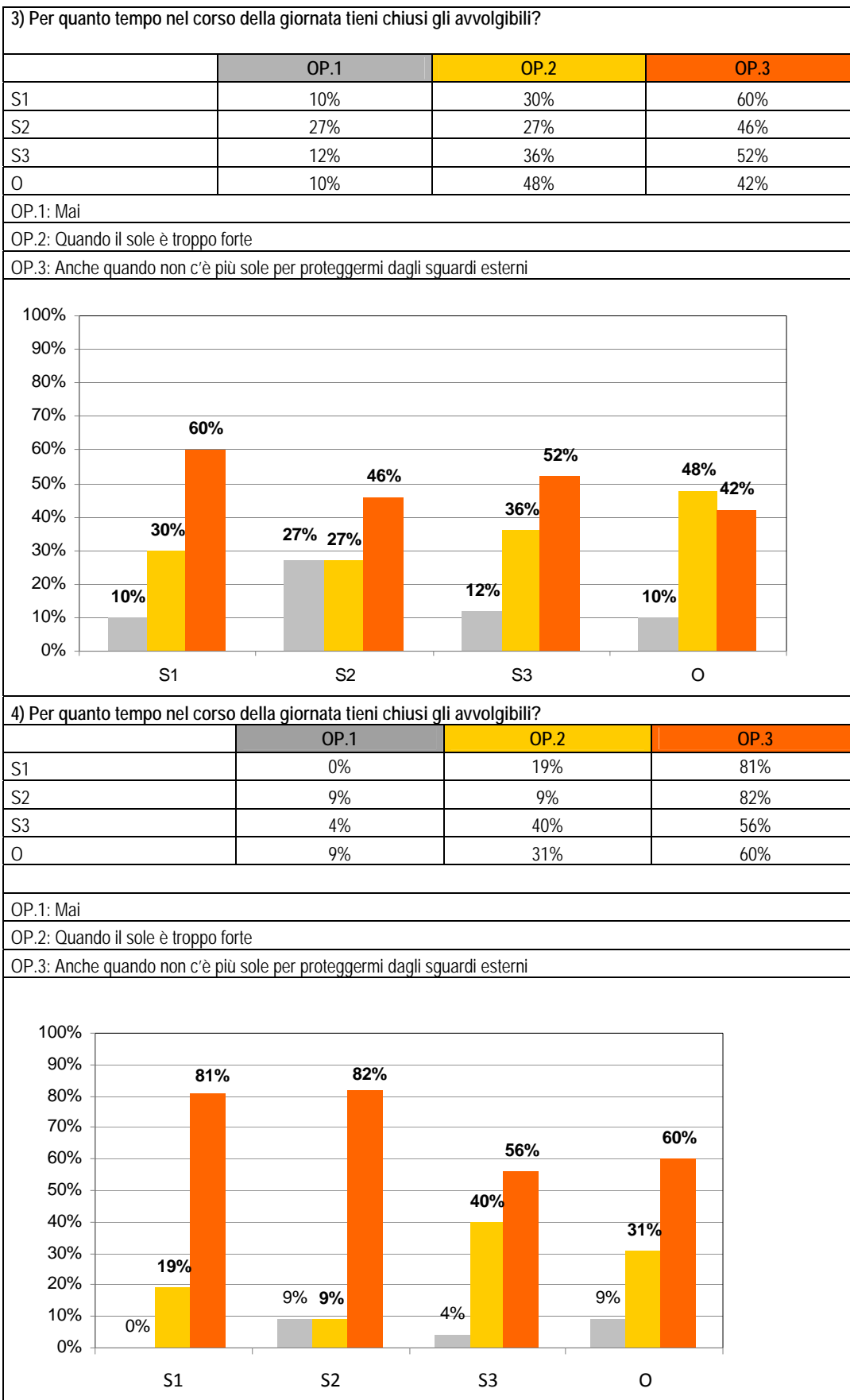
OP.1: Mai

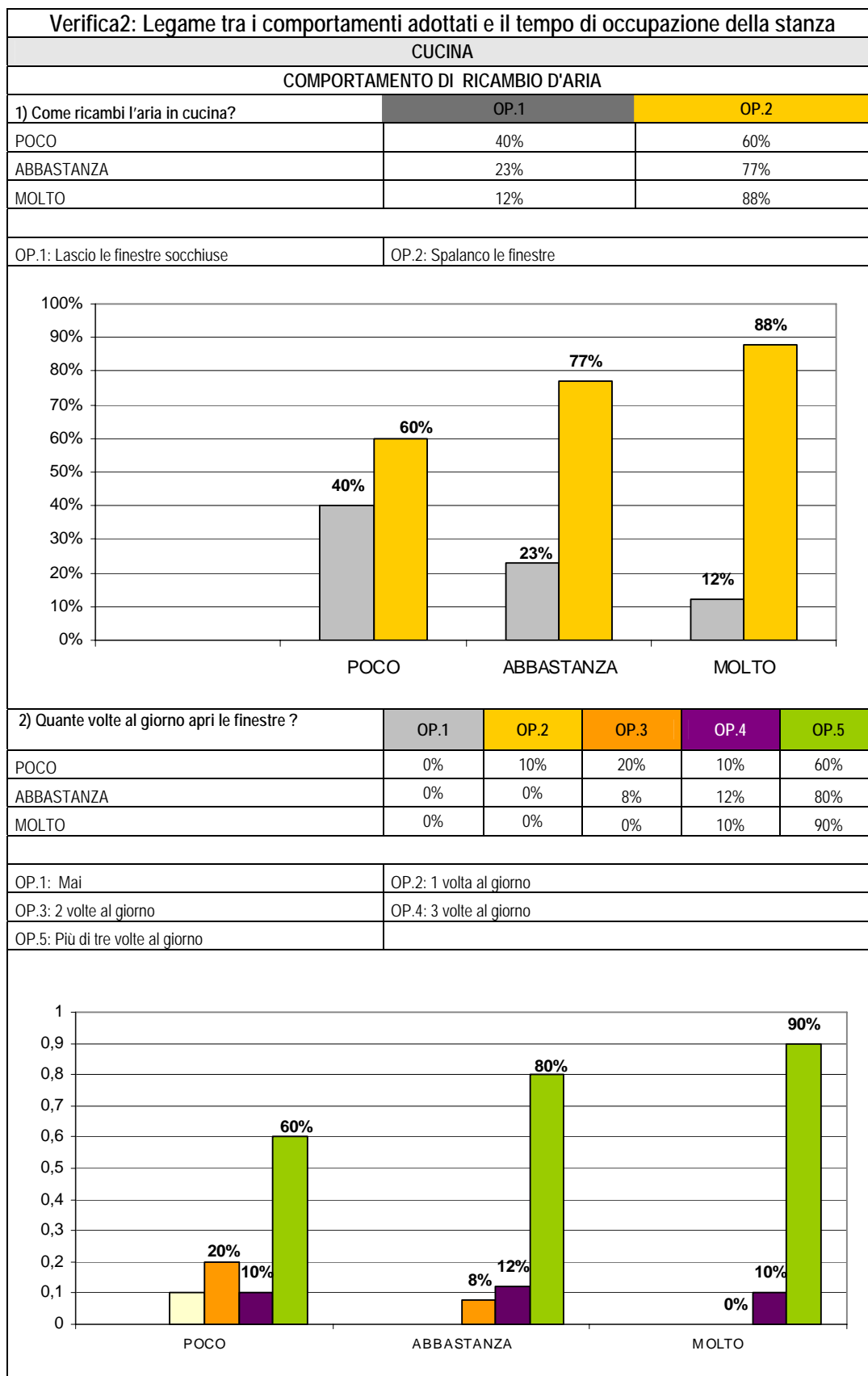
OP.2: Quando il sole è troppo forte

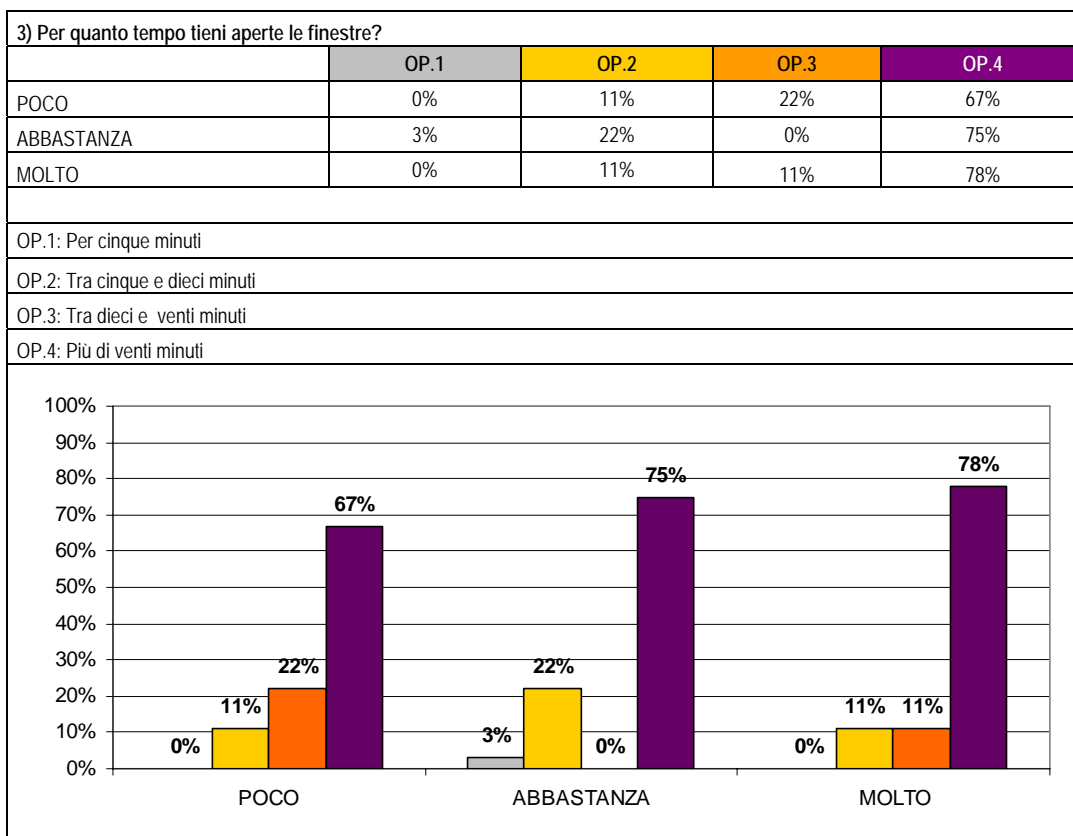
OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



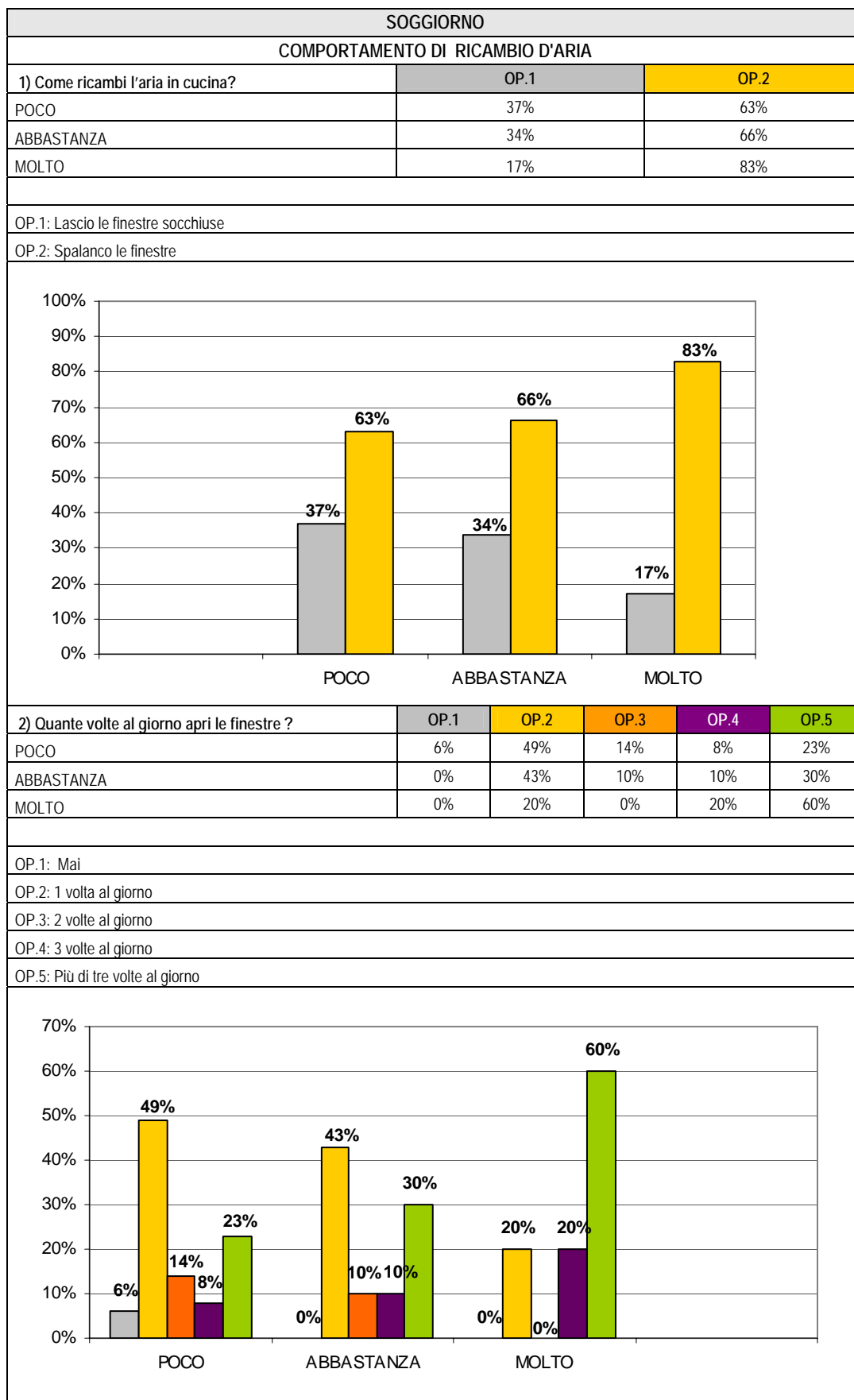


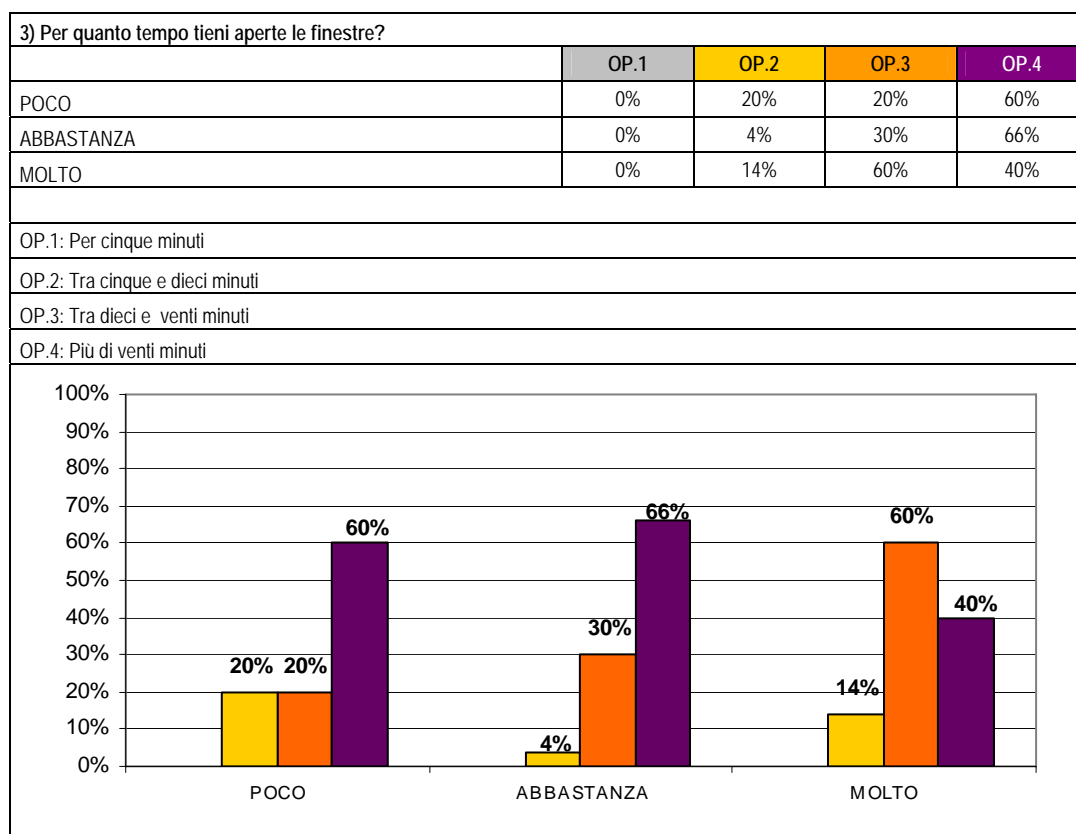


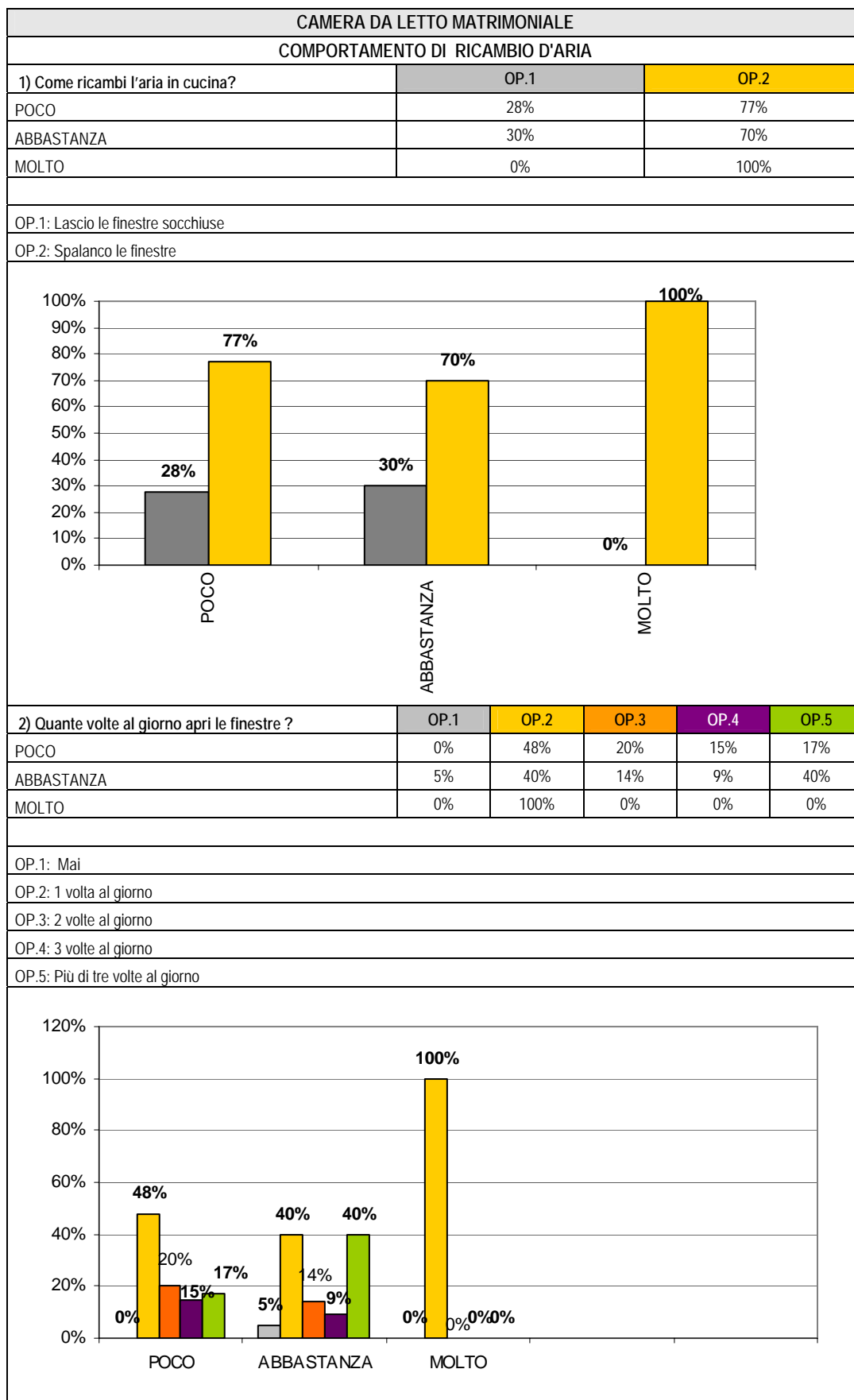


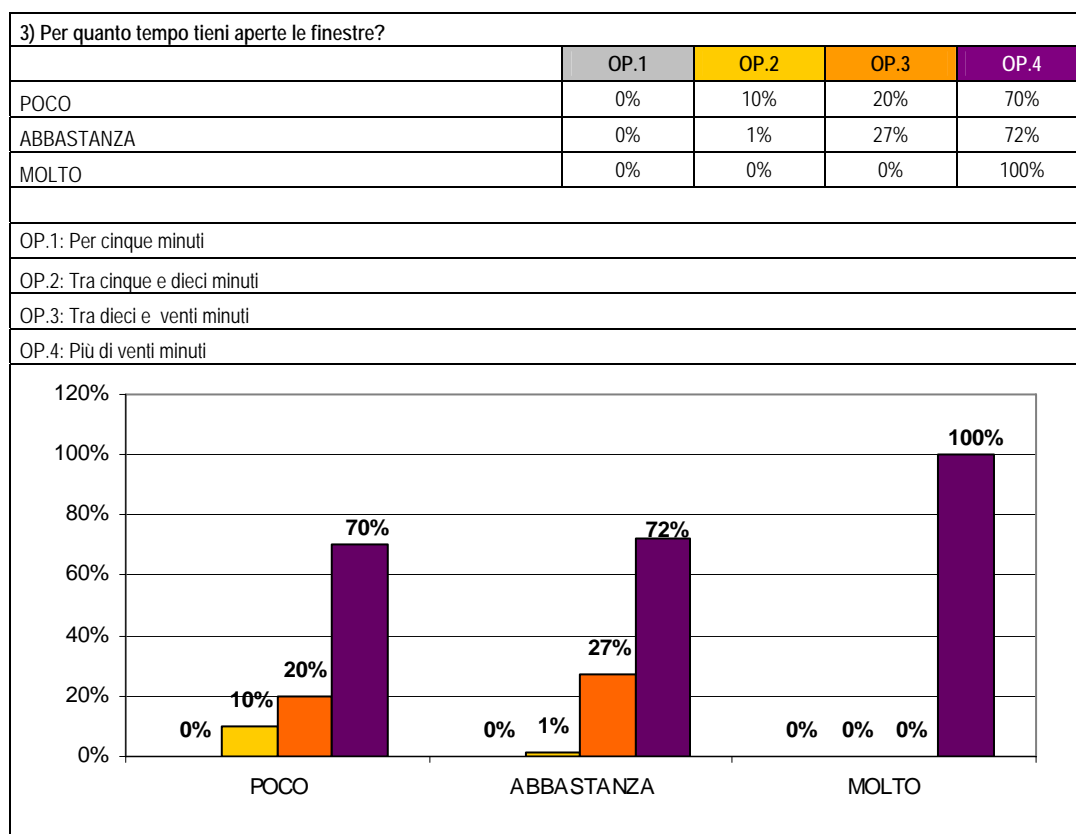


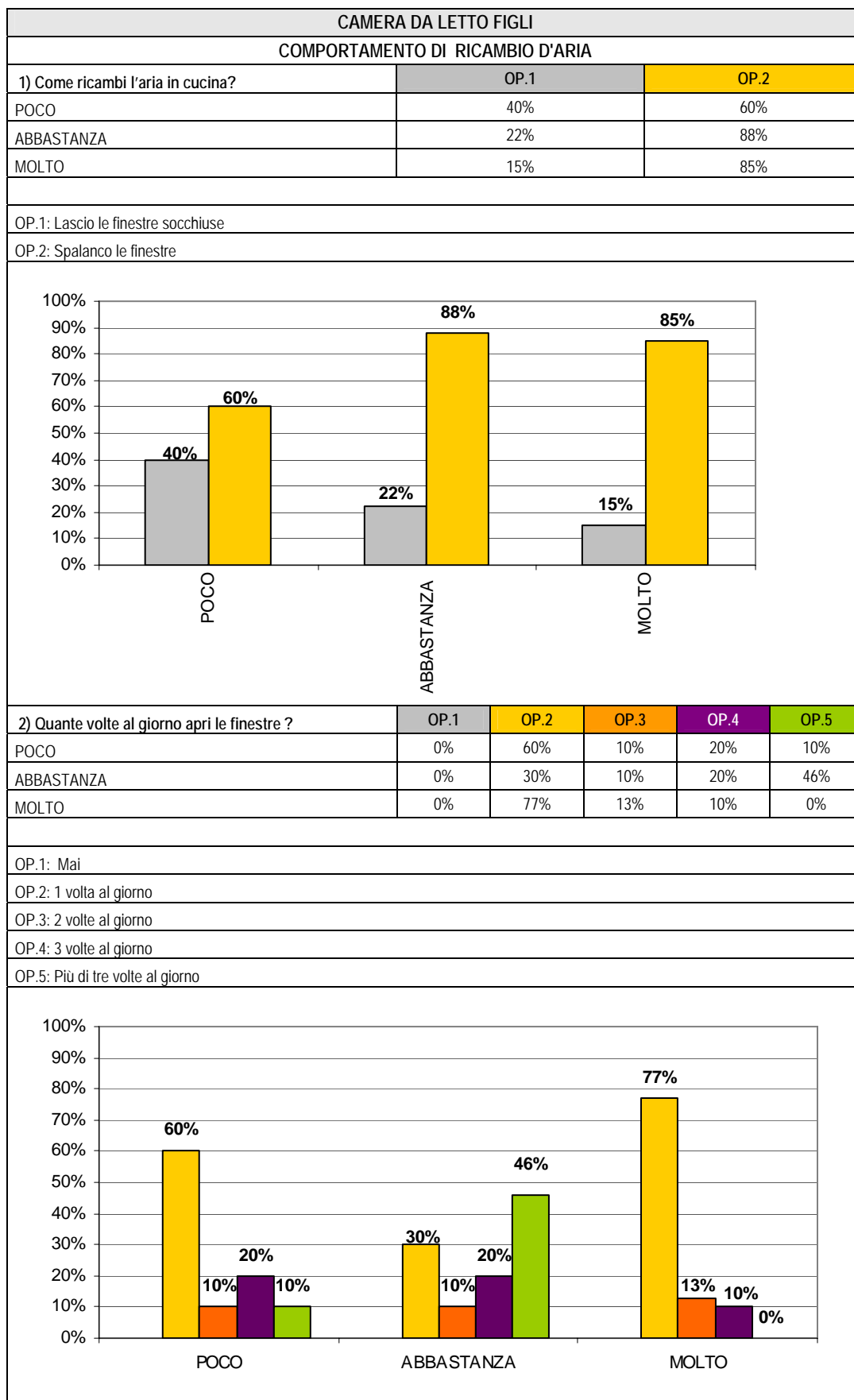




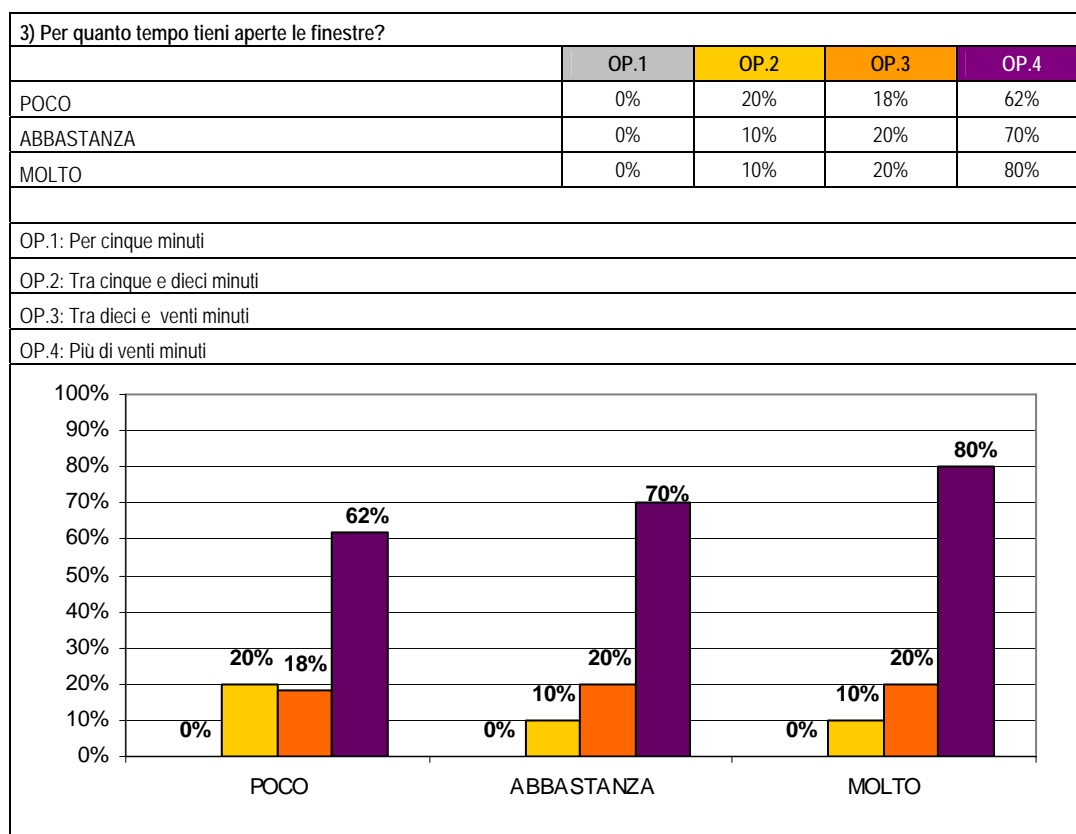


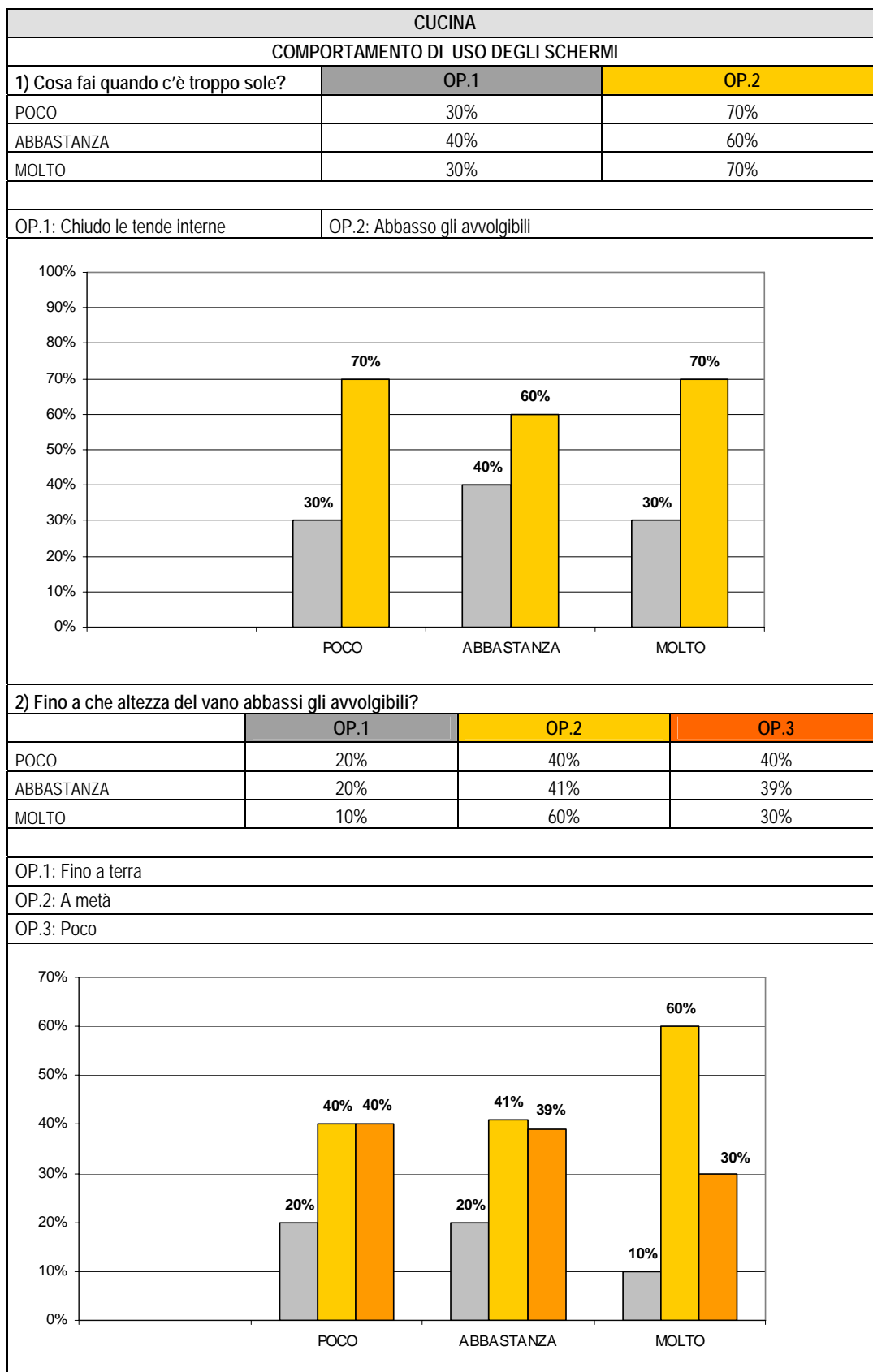


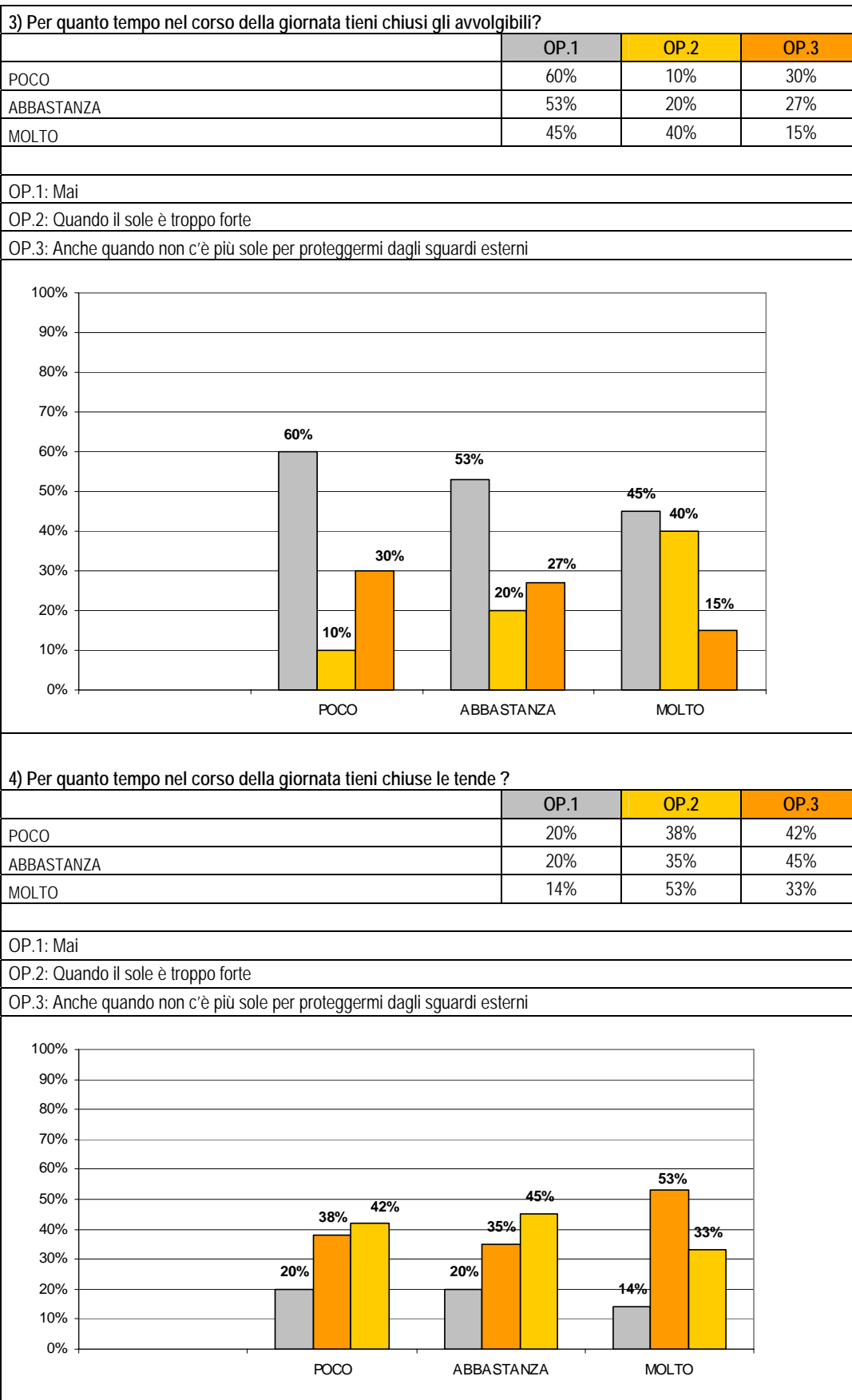


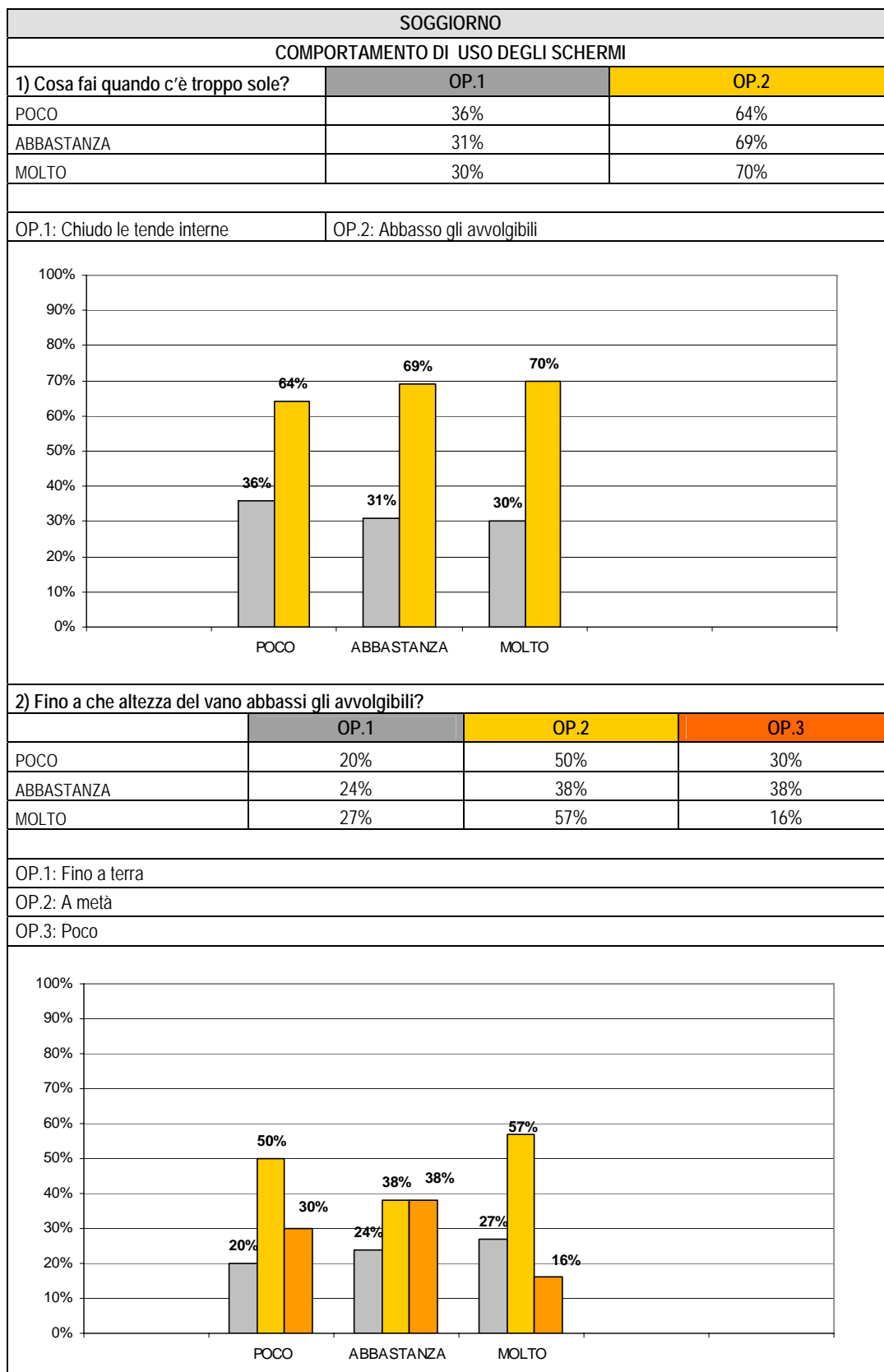












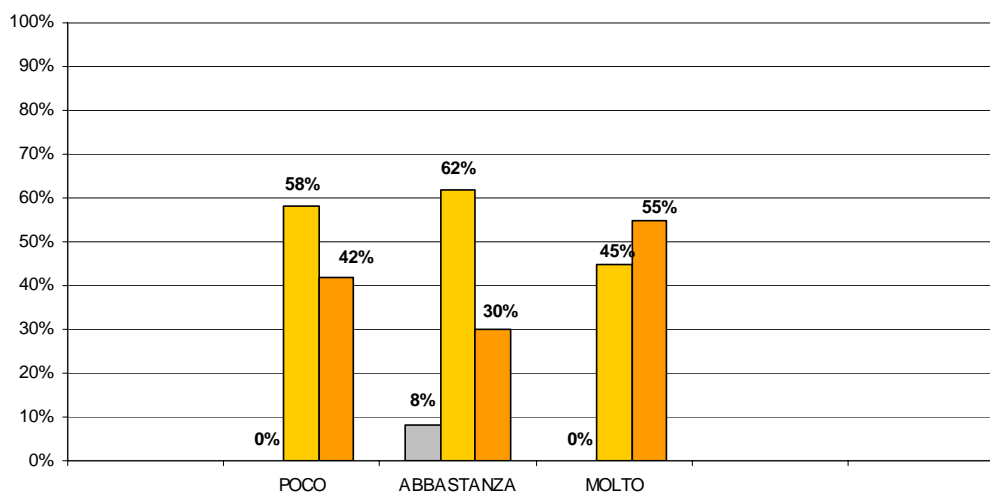
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
POCO	0%	58%	42%
ABBASTANZA	8%	62%	30%
MOLTO	0%	45%	55%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



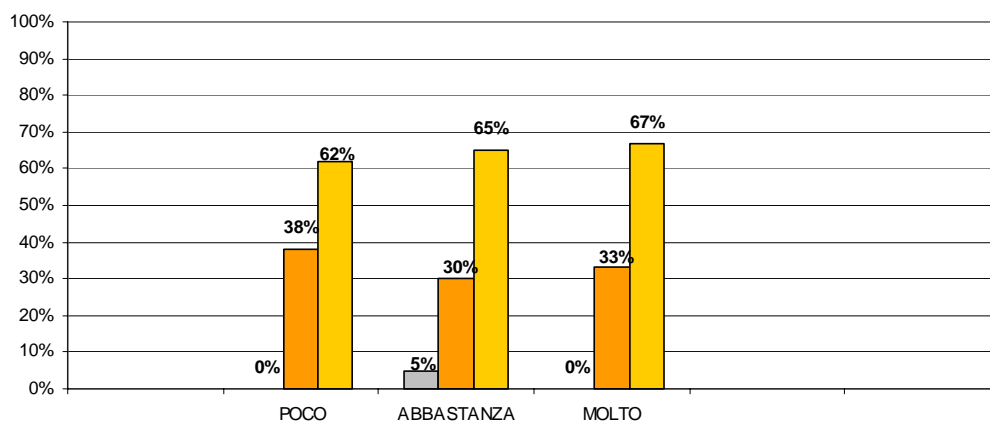
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiuse le tende ?

	OP.1	OP.2	OP.3
POCO	0%	38%	62%
ABBASTANZA	5%	30%	65%
MOLTO	0%	33%	67%

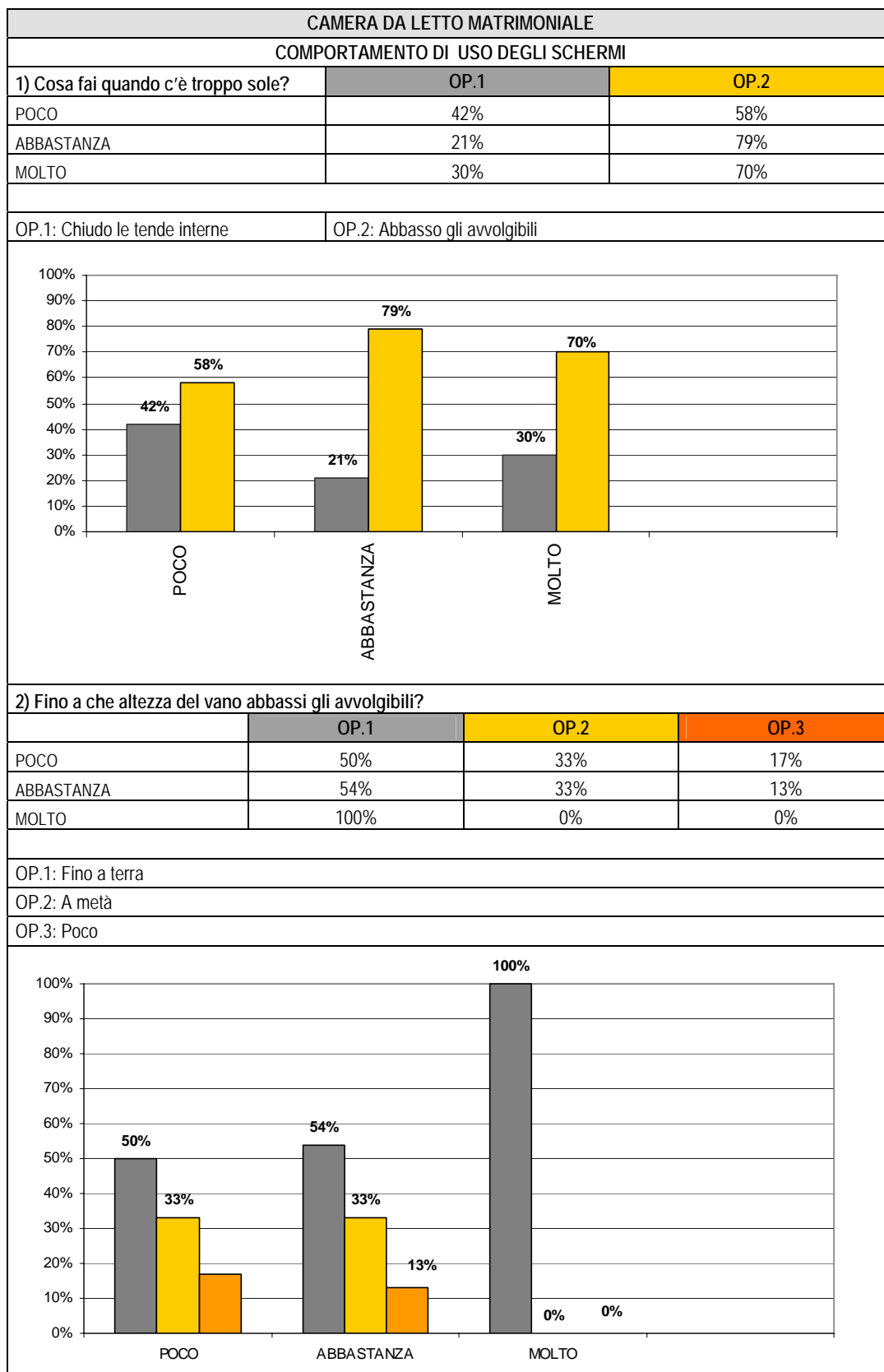
OP.1: Mai

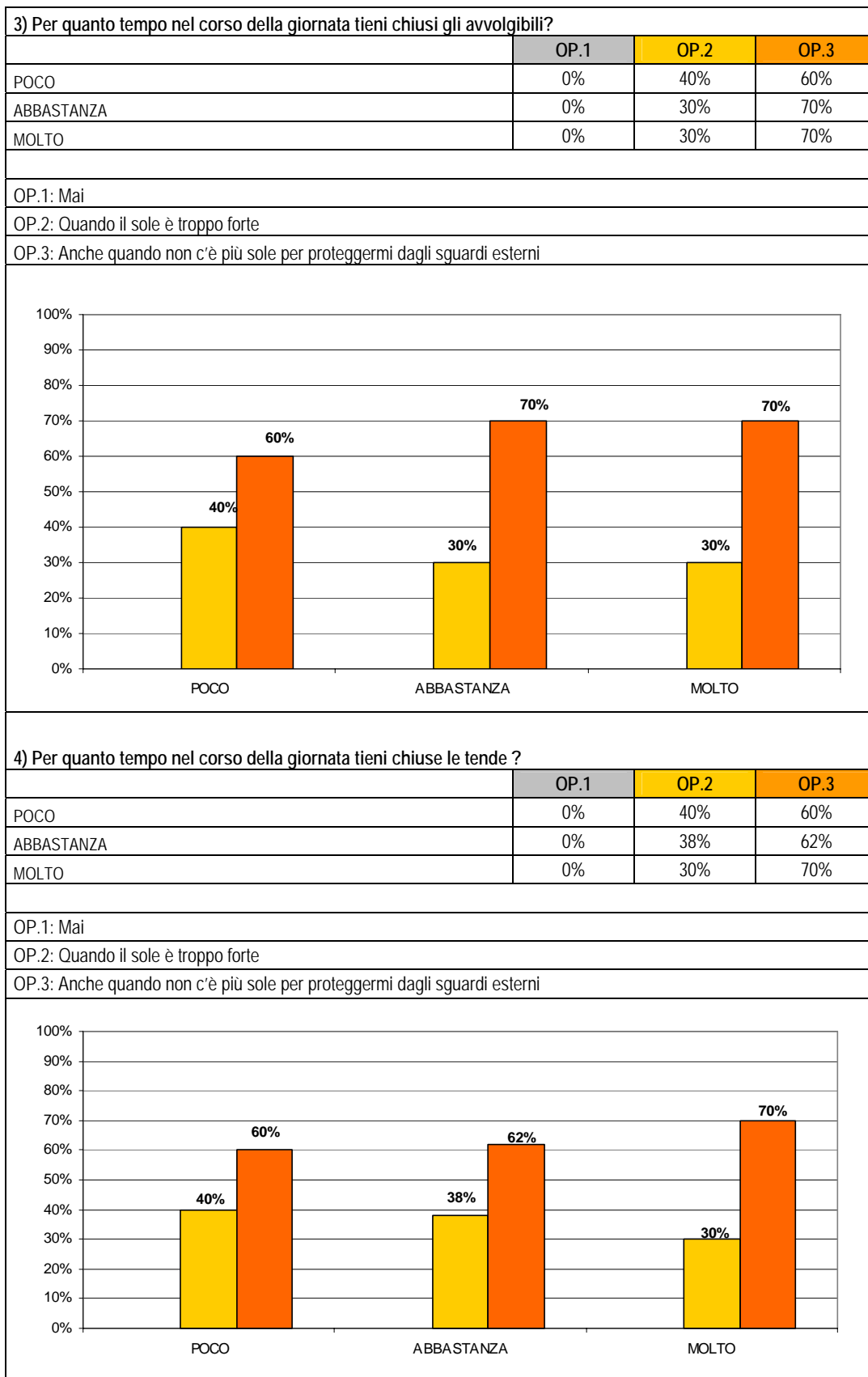
OP.2: Quando il sole è troppo forte

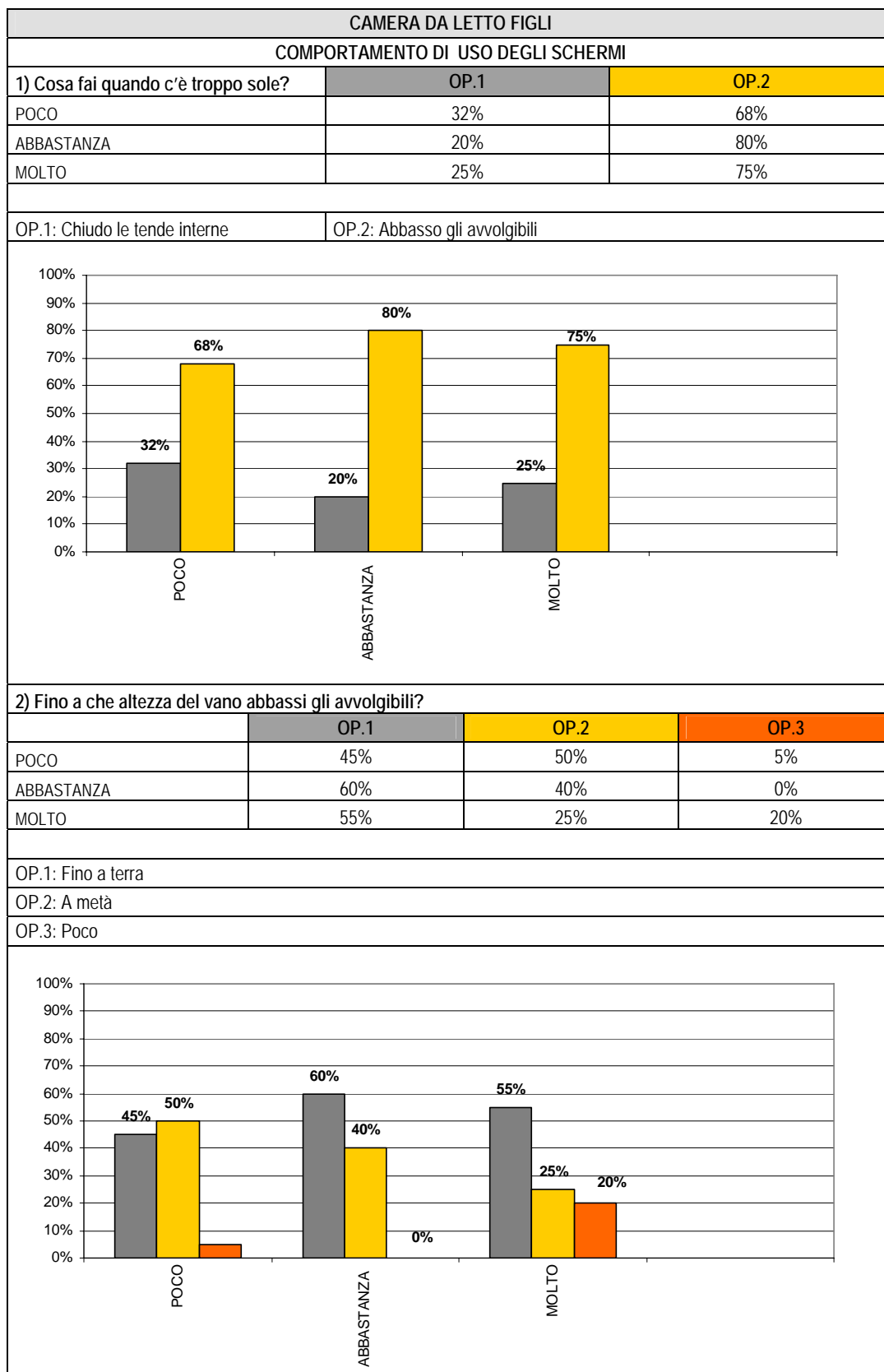
OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni

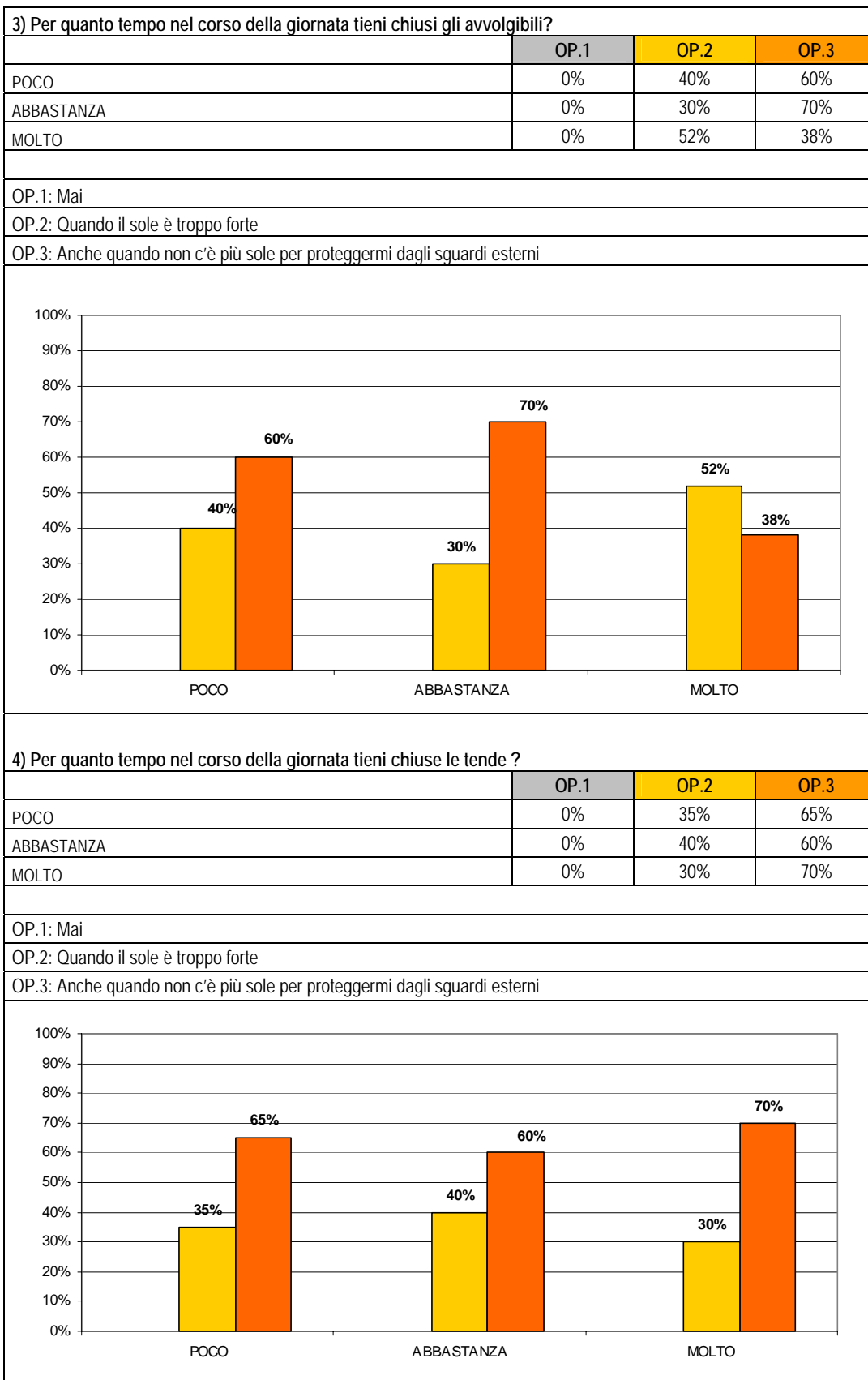


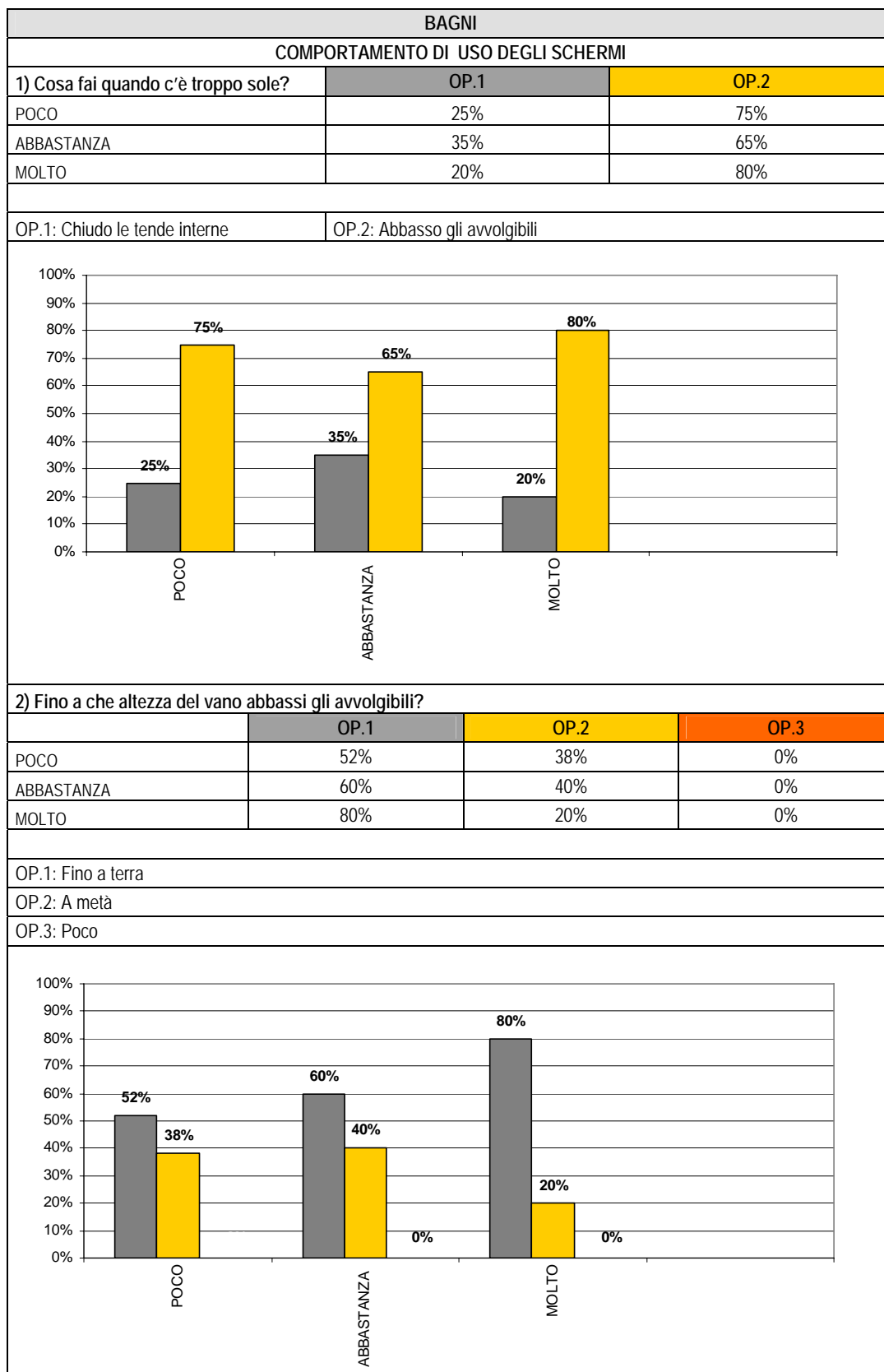




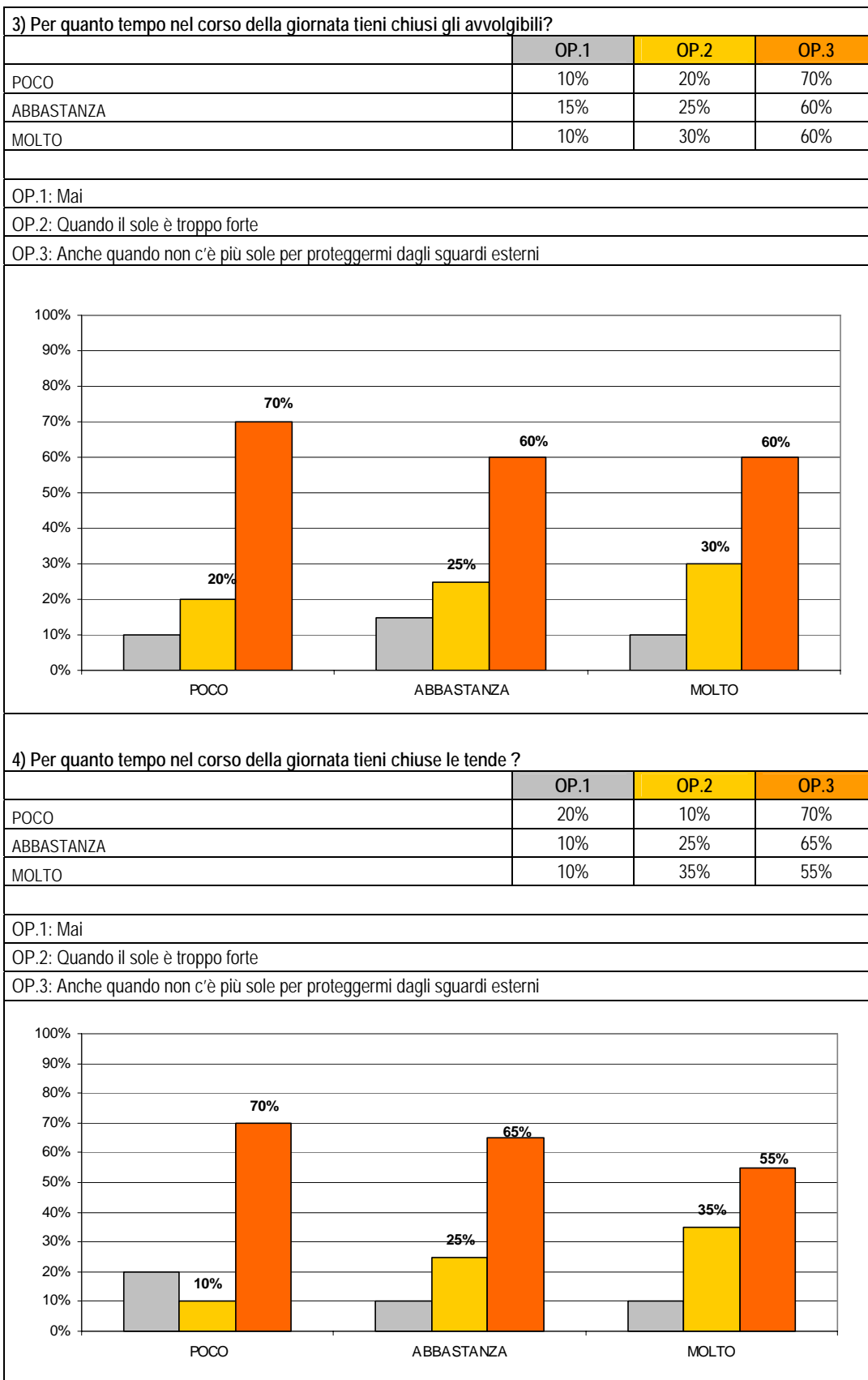


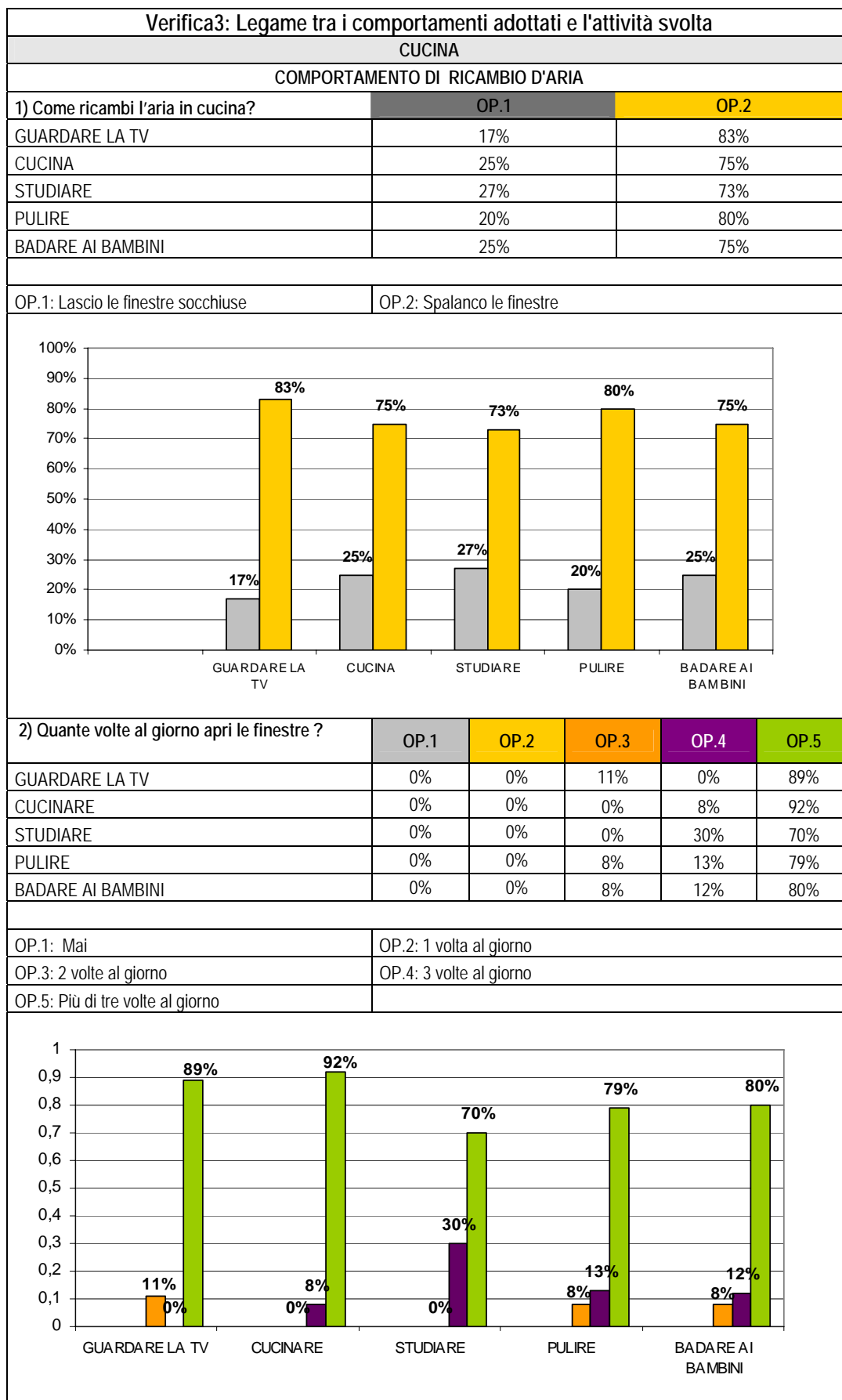


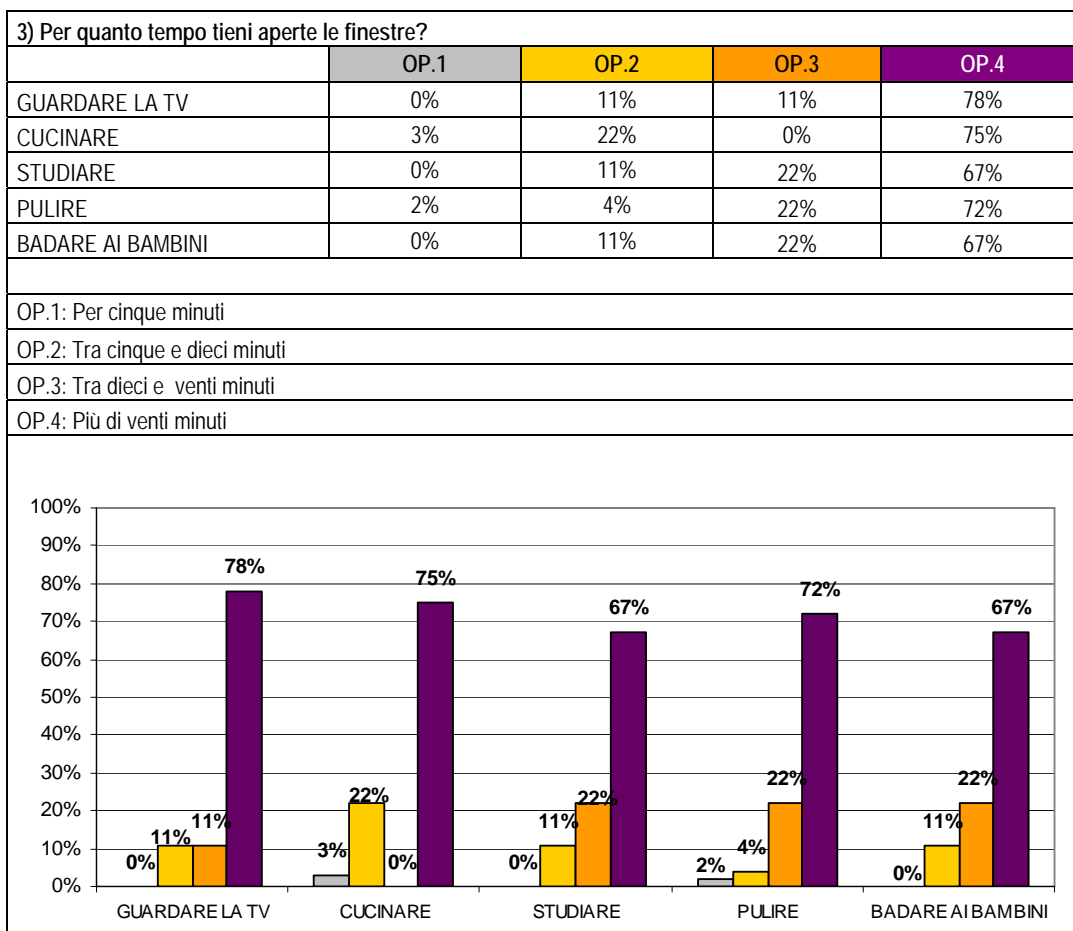


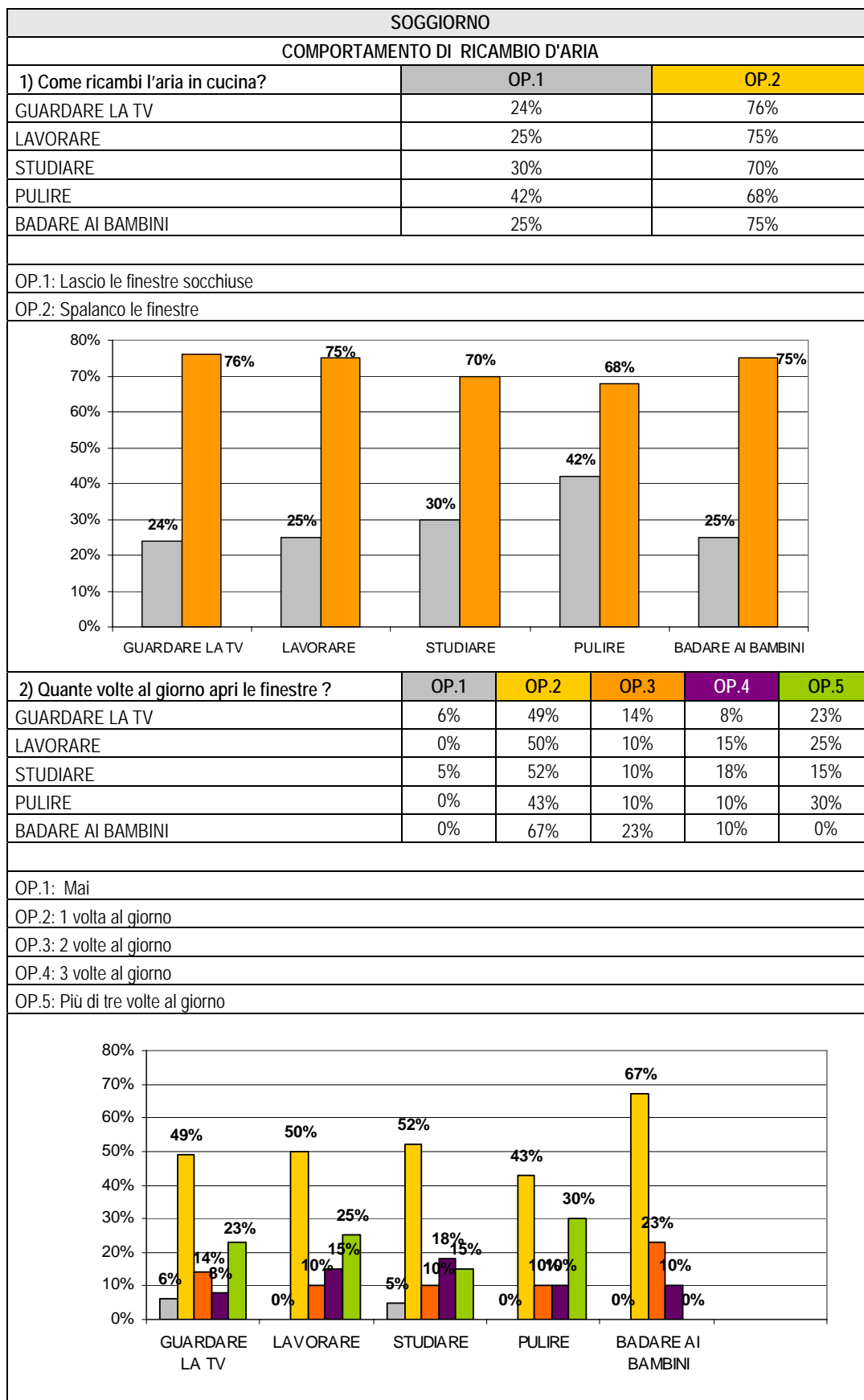


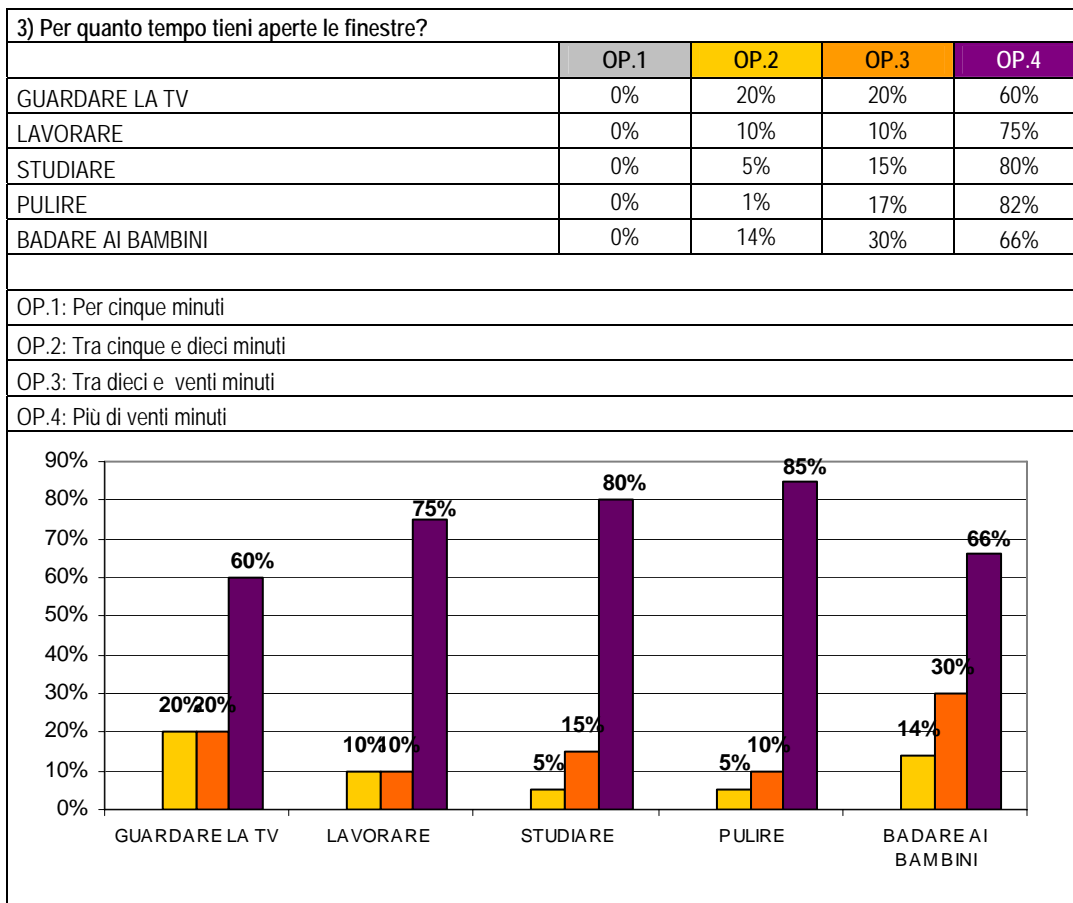




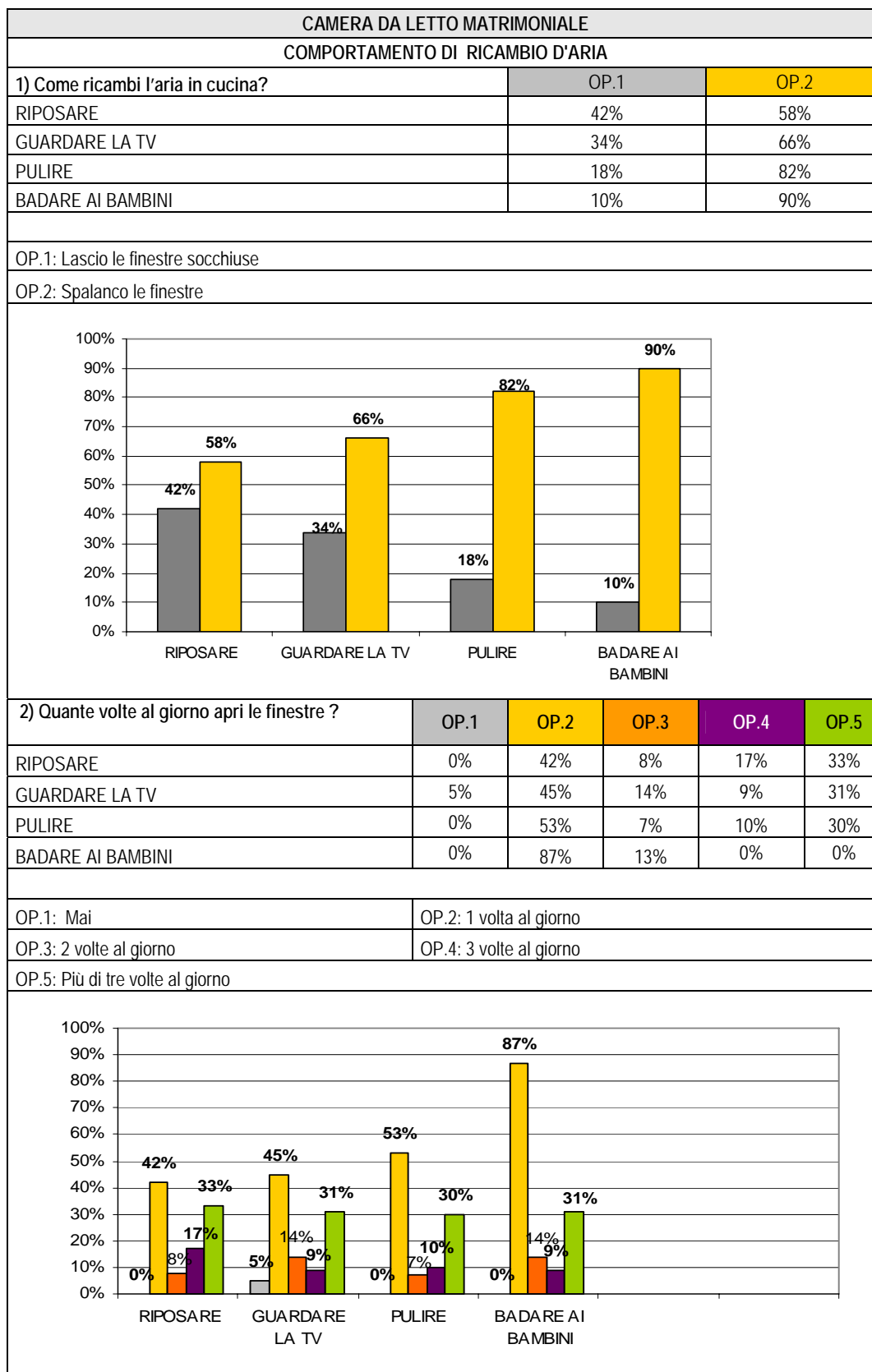


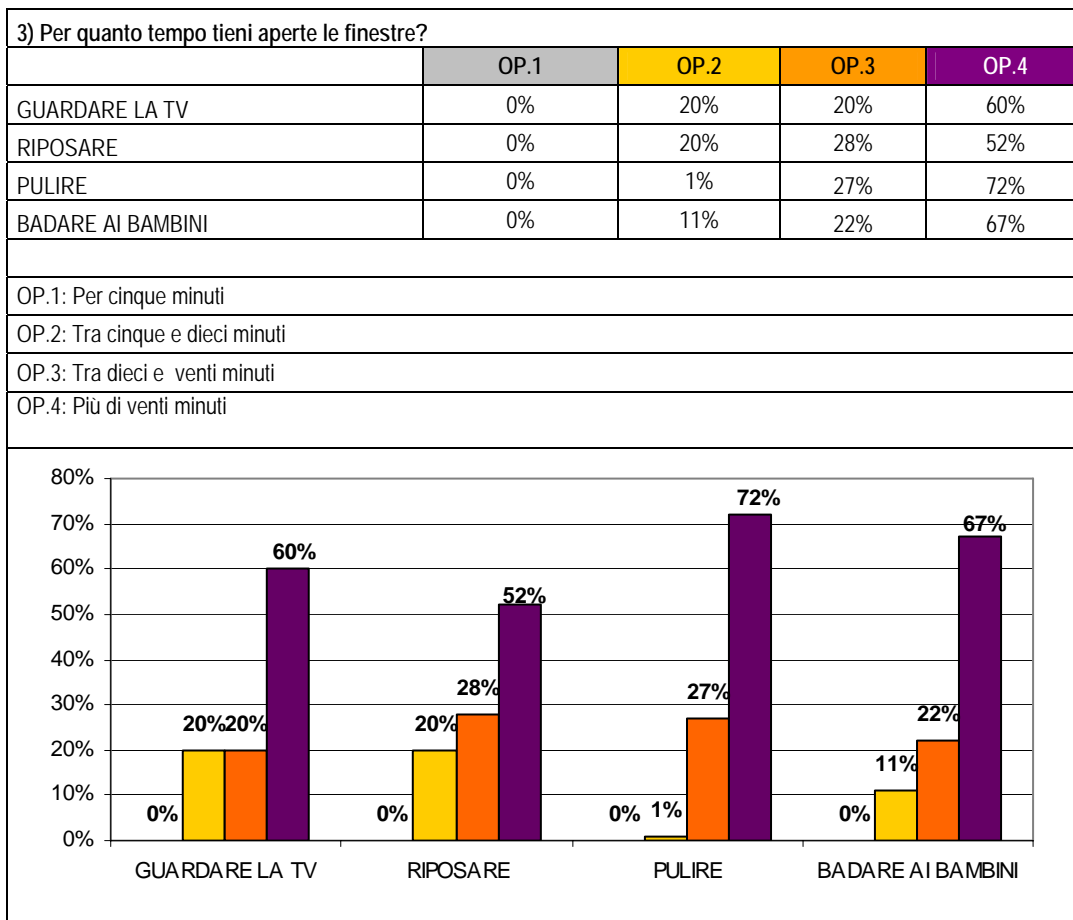


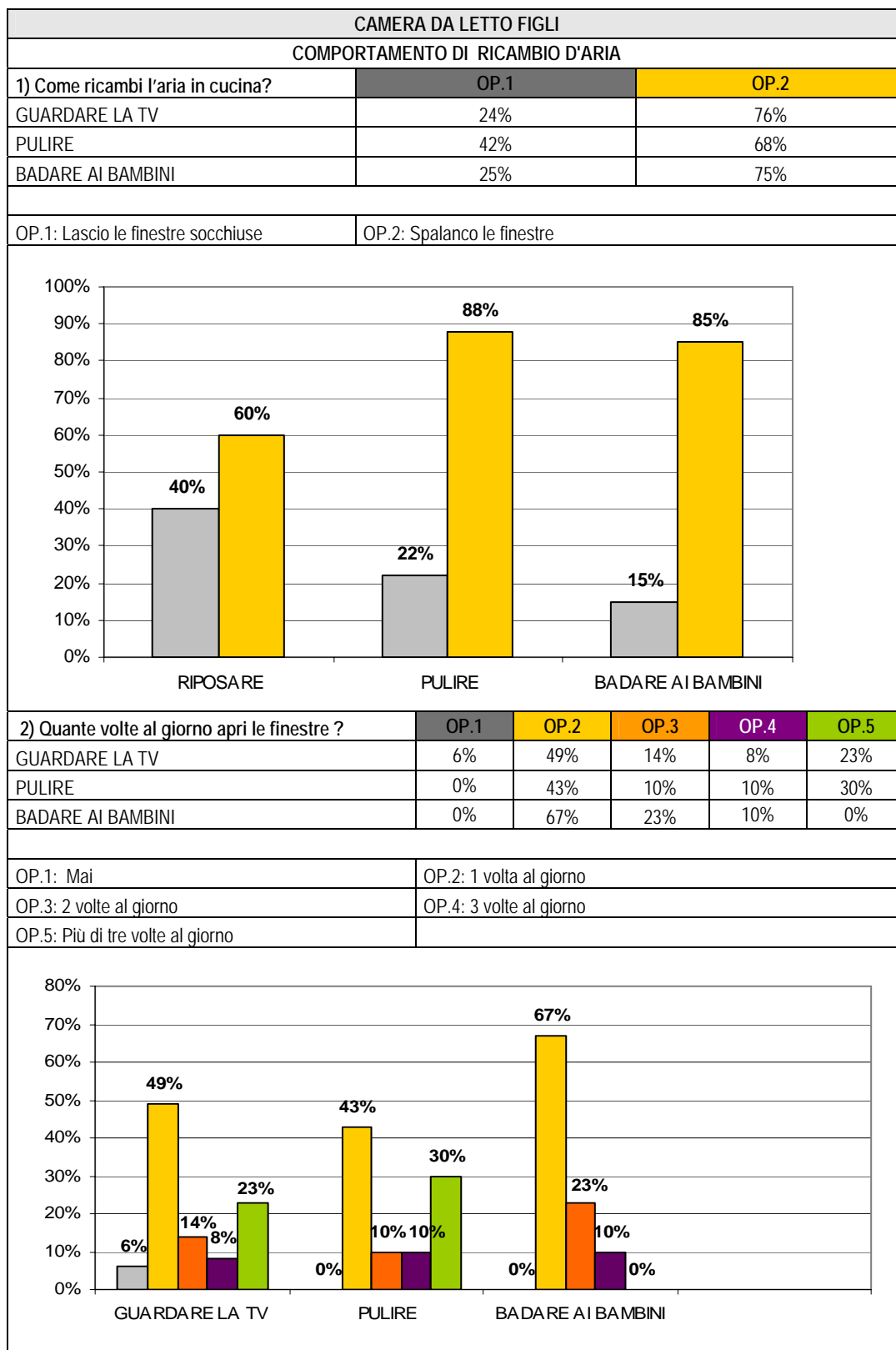


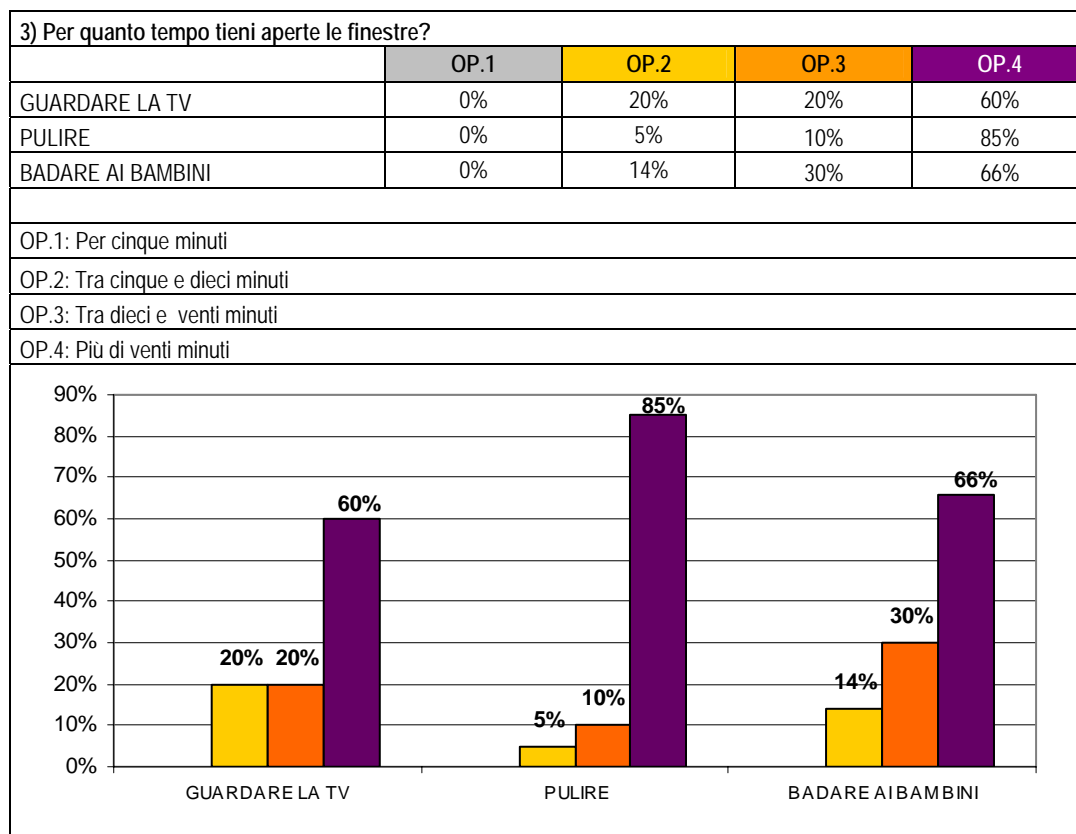


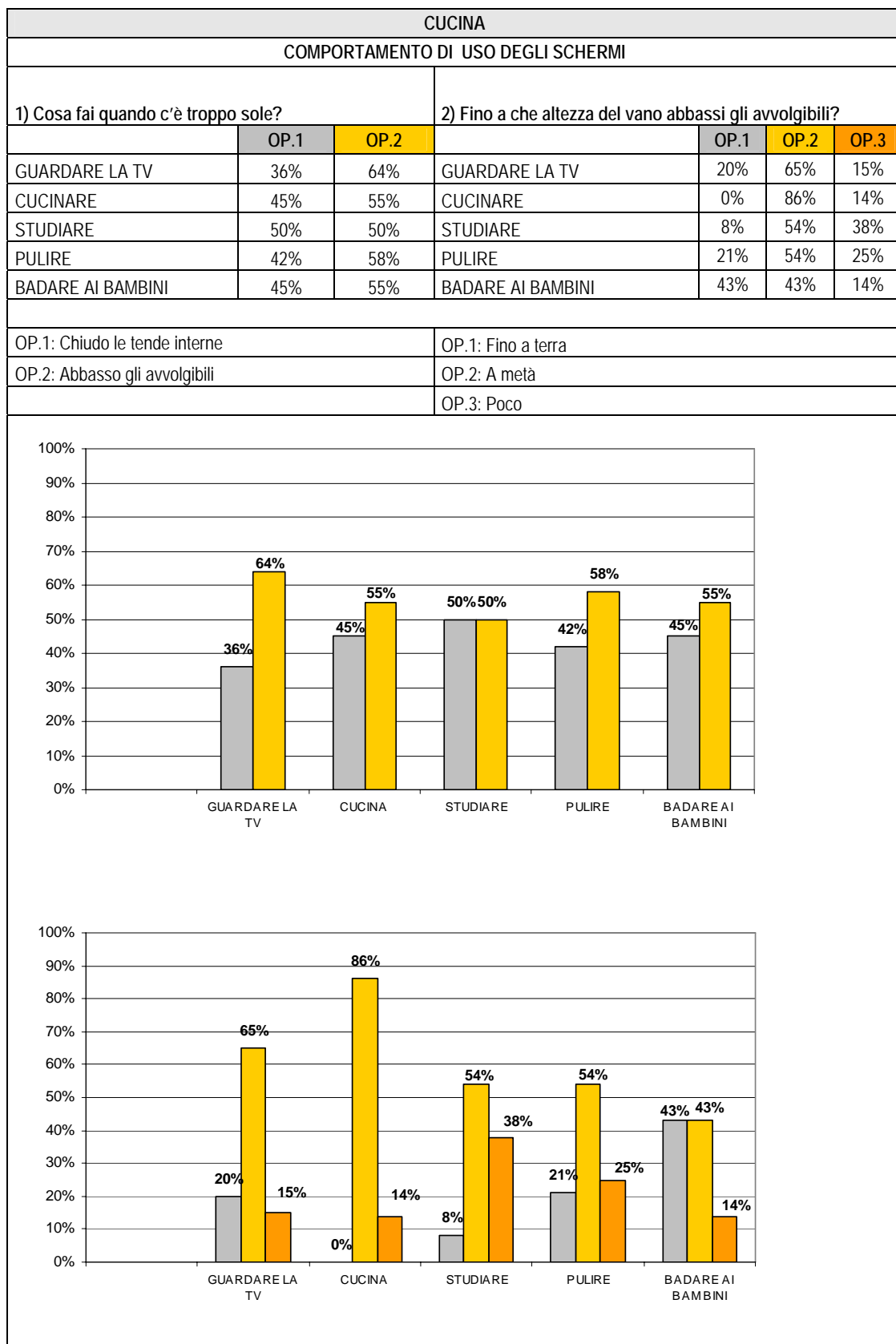








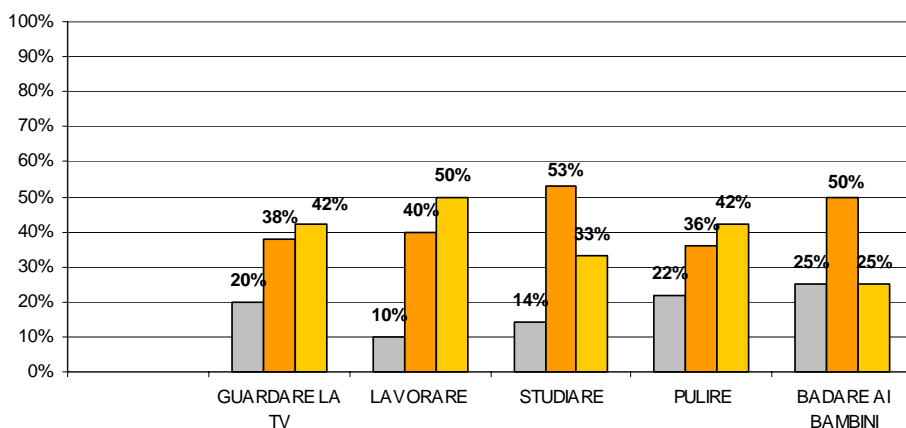
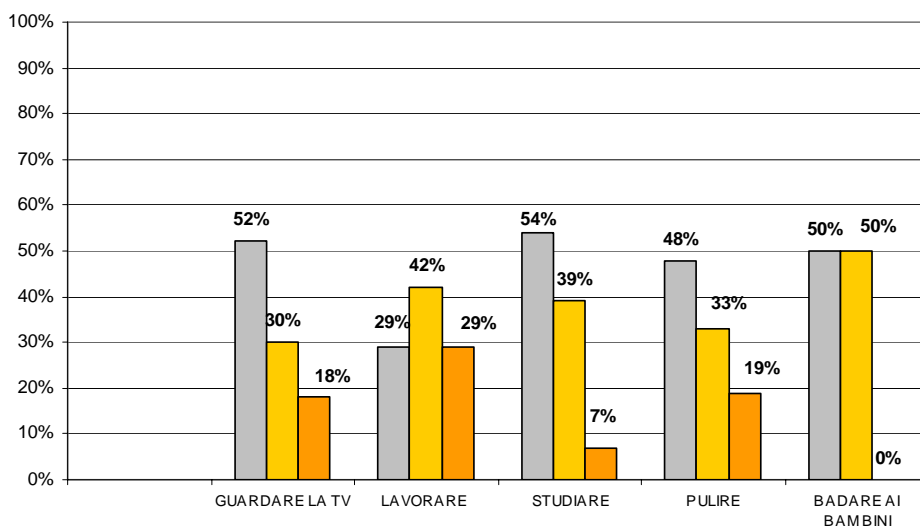


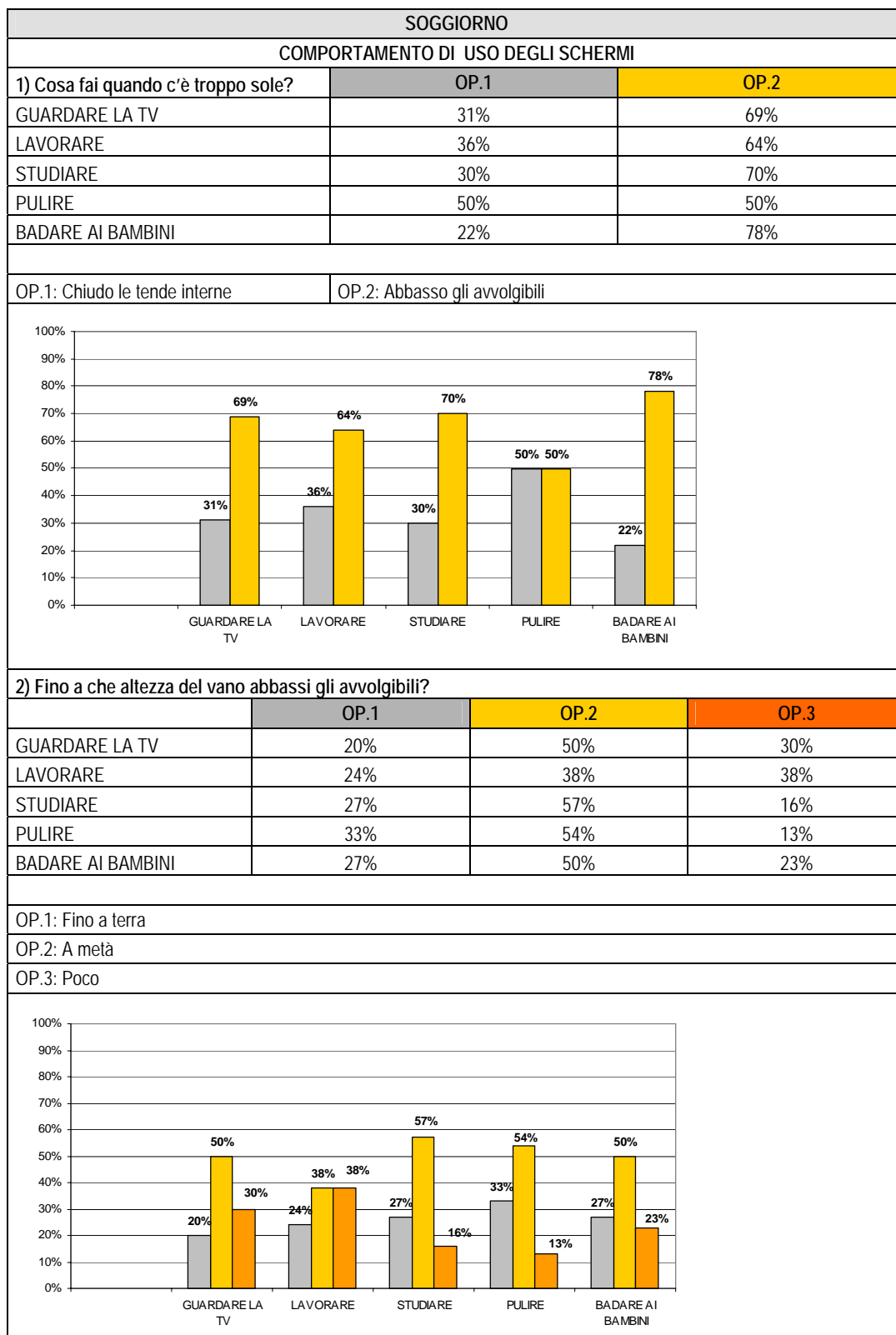




I. Schede di sintesi dei risultati dell'indagine sull'uso dei serramenti

3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?				4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiuse le tende ?			
	OP.1	OP.2	OP.3		OP.1	OP.2	OP.3
GUARDARE LA TV	52%	30%	18%	GUARDARE LA TV	20%	38%	42%
LAVORARE	29%	42%	29%	LAVORARE	10%	40%	50%
STUDIARE	54%	39%	7%	STUDIARE	14%	53%	33%
PULIRE	48%	33%	19%	PULIRE	22%	36%	42%
BADARE AI BAMBINI	50%	50%	0%	BADARE AI BAMBINI	25%	50%	25%
OP.1: mai				OP.1: mai			
OP.2: Quando il sole è troppo forte				OP.2: Quando il sole è troppo forte			
OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni				OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni			



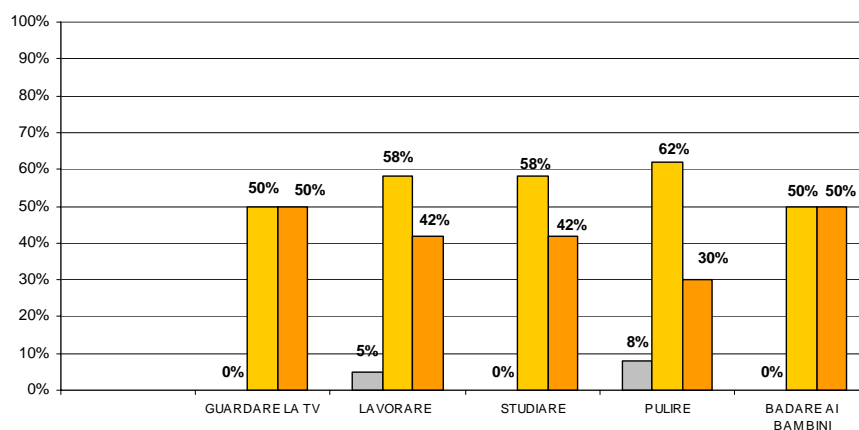


3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?			
	OP.1	OP.2	OP.3
GUARDARE LA TV	0%	50%	50%
LAVORARE	5%	58%	42%
STUDIARE	0%	58%	42%
PULIRE	8%	62%	30%
BADARE AI BAMBINI	0%	50%	50%

OP.1: mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



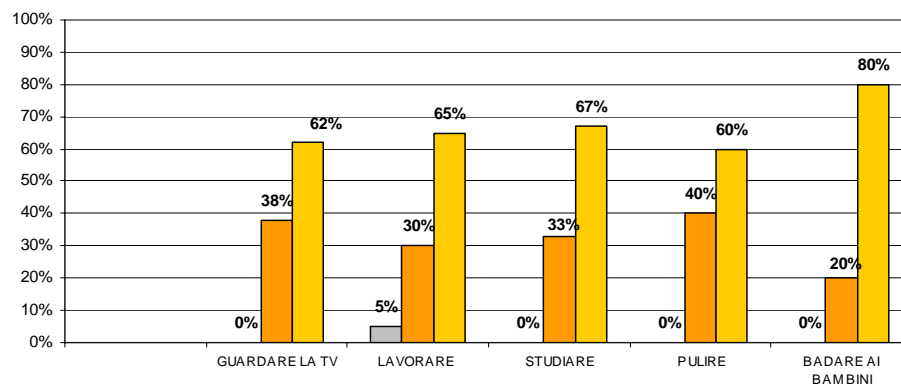
4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiuse le tende ?

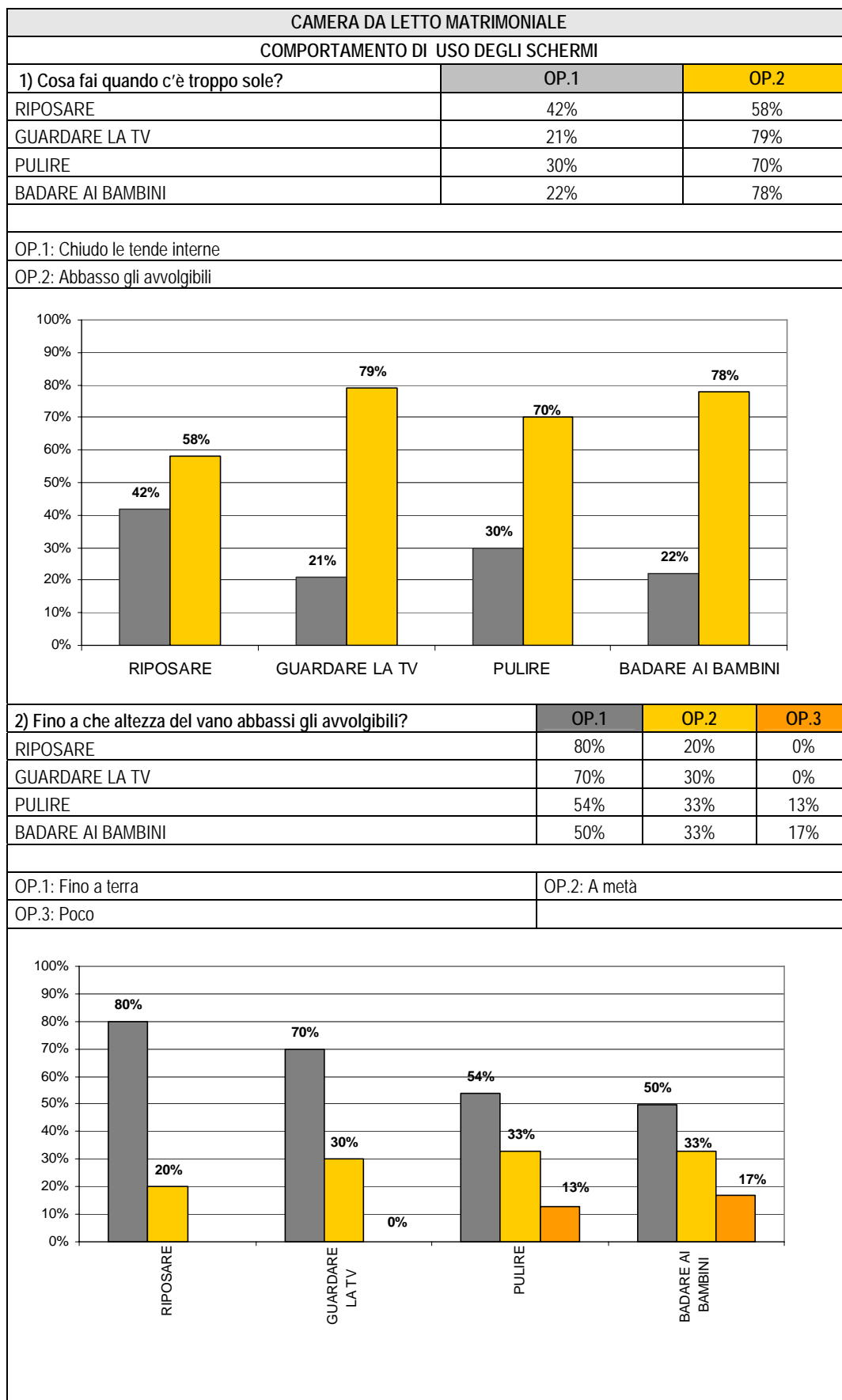
	OP.1	OP.2	OP.3
GUARDARE LA TV	0%	38%	62%
LAVORARE	5%	30%	65%
STUDIARE	0%	33%	67%
PULIRE	0%	40%	60%
BADARE AI BAMBINI	0%	20%	80%

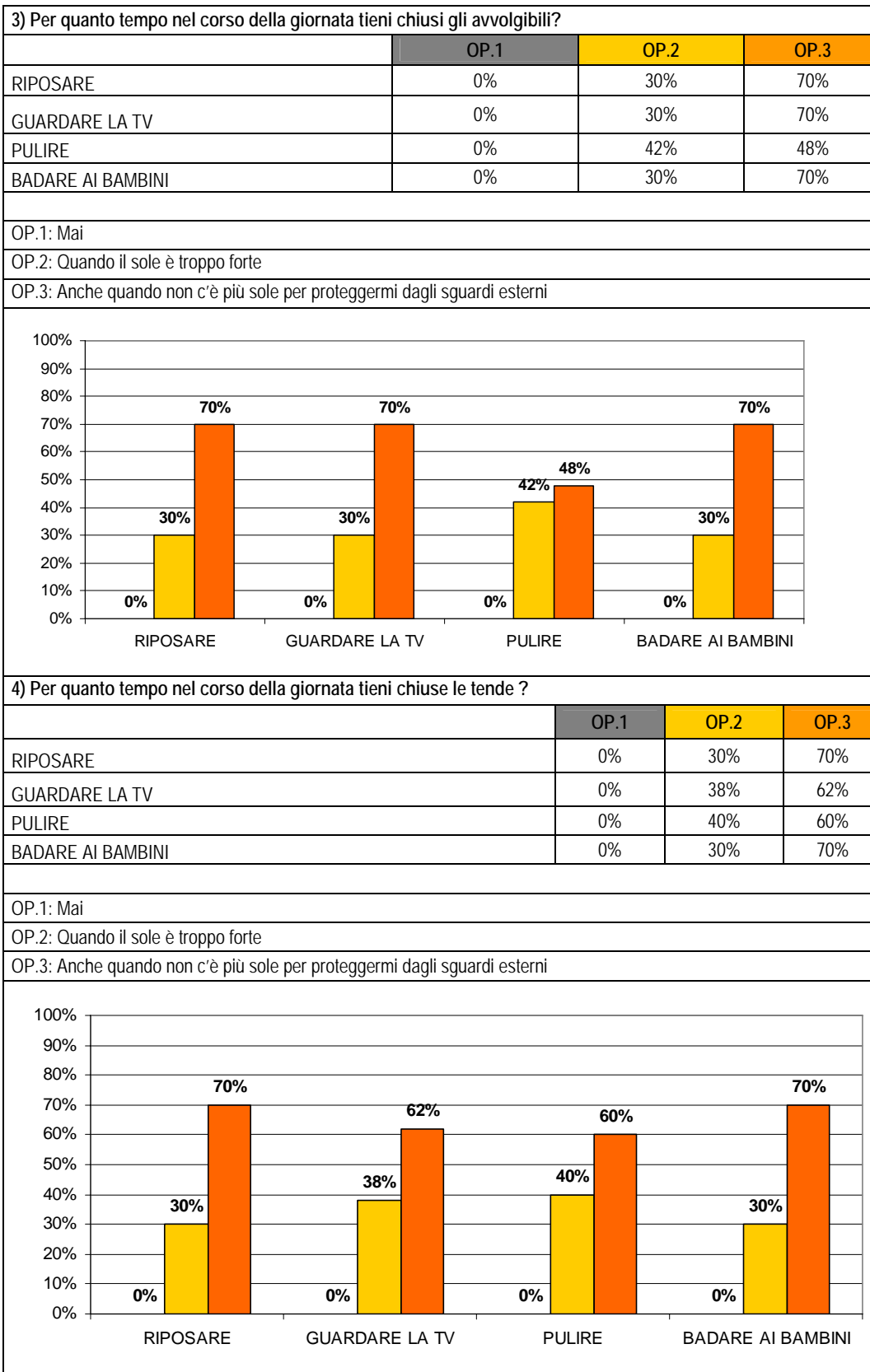
OP.1: mai

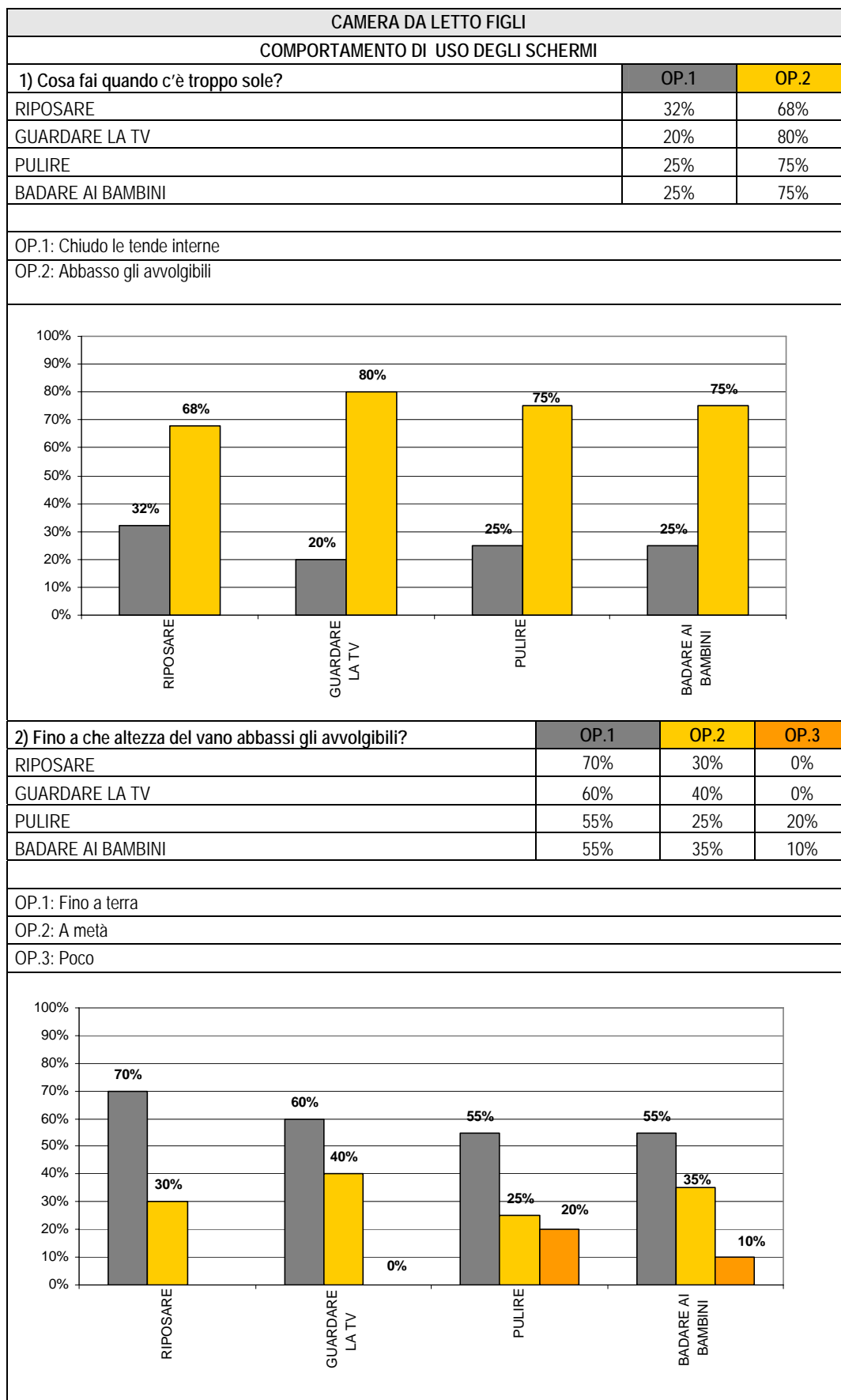
OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni











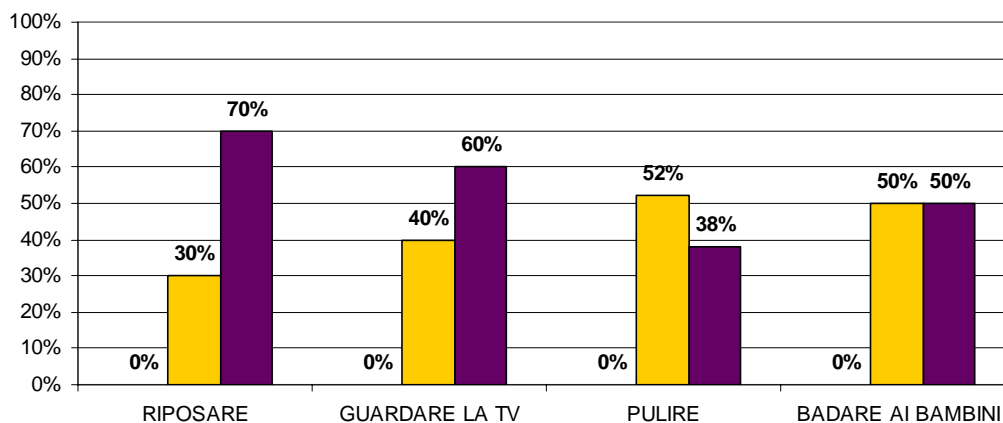
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
RIPOSARE	0%	30%	70%
GUARDARE LA TV	0%	40%	60%
PULIRE	0%	52%	38%
BADARE AI BAMBINI	0%	50%	50%

OP.1: mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



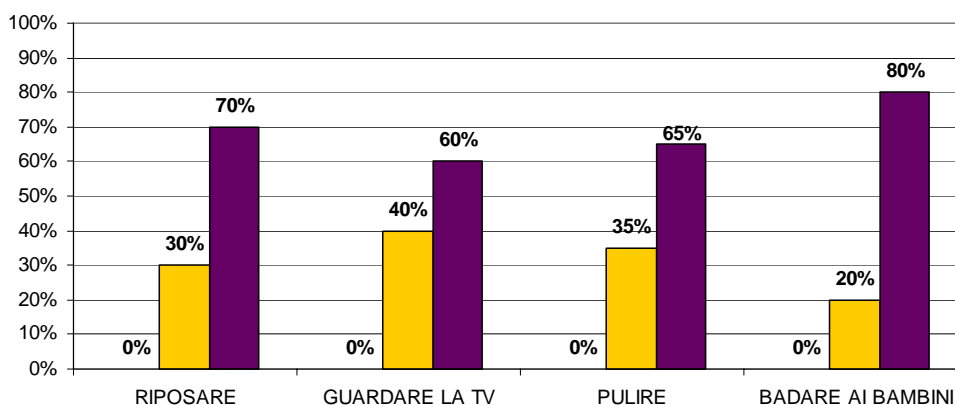
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiuse le tende ?

	OP.1	OP.2	OP.3
RIPOSARE	0%	30%	70%
GUARDARE LA TV	0%	40%	60%
PULIRE	0%	35%	65%
BADARE AI BAMBINI	0%	20%	80%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

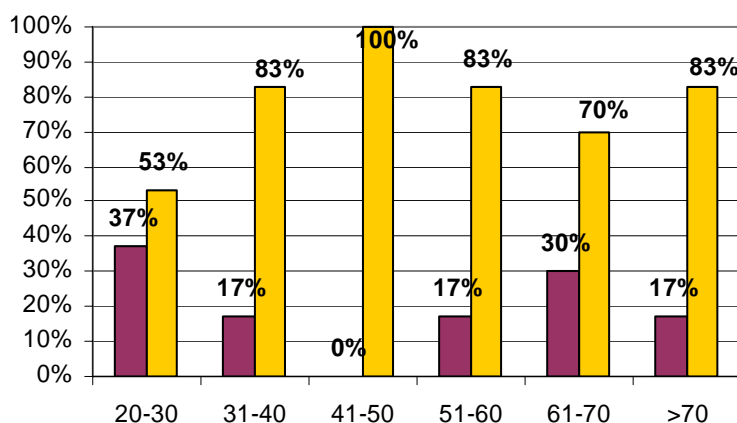
OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



Verifica 4: Legame tra i comportamenti adottati e l'età degli utenti			
CUCINA			
COMPORTAMENTO DI RICAMBIO D'ARIA			
1) Come ricambi l'aria in cucina?	OP.1	OP.2	n.
20-30	37%	53%	8
31-40	17%	83%	12
41-50	0%	100%	10
51-60	17%	83%	18
61-70	30%	70%	27
>70	17%	83%	12

OP.1: Lascio le finestre socchiuse

OP.2: Spalanco le finestre



2) Quante volte al giorno apri le finestre ?

	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4	OP.5
20-30	0%	0%	0%	25%	75%
31-40	0%	0%	13%	12%	75%
41-50	0%	0%	30%	0%	70%
51-60	0%	0%	10%	10%	80%
61-70	0%	0%	10%	10%	80%
>70	0%	0%	0%	10%	90%

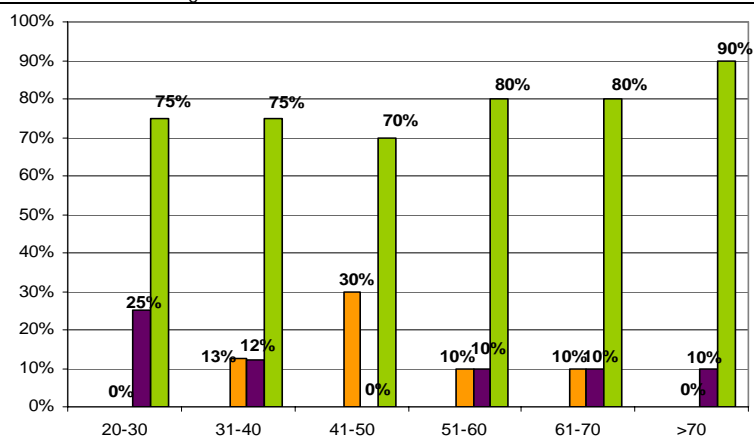
OP.1: Mai

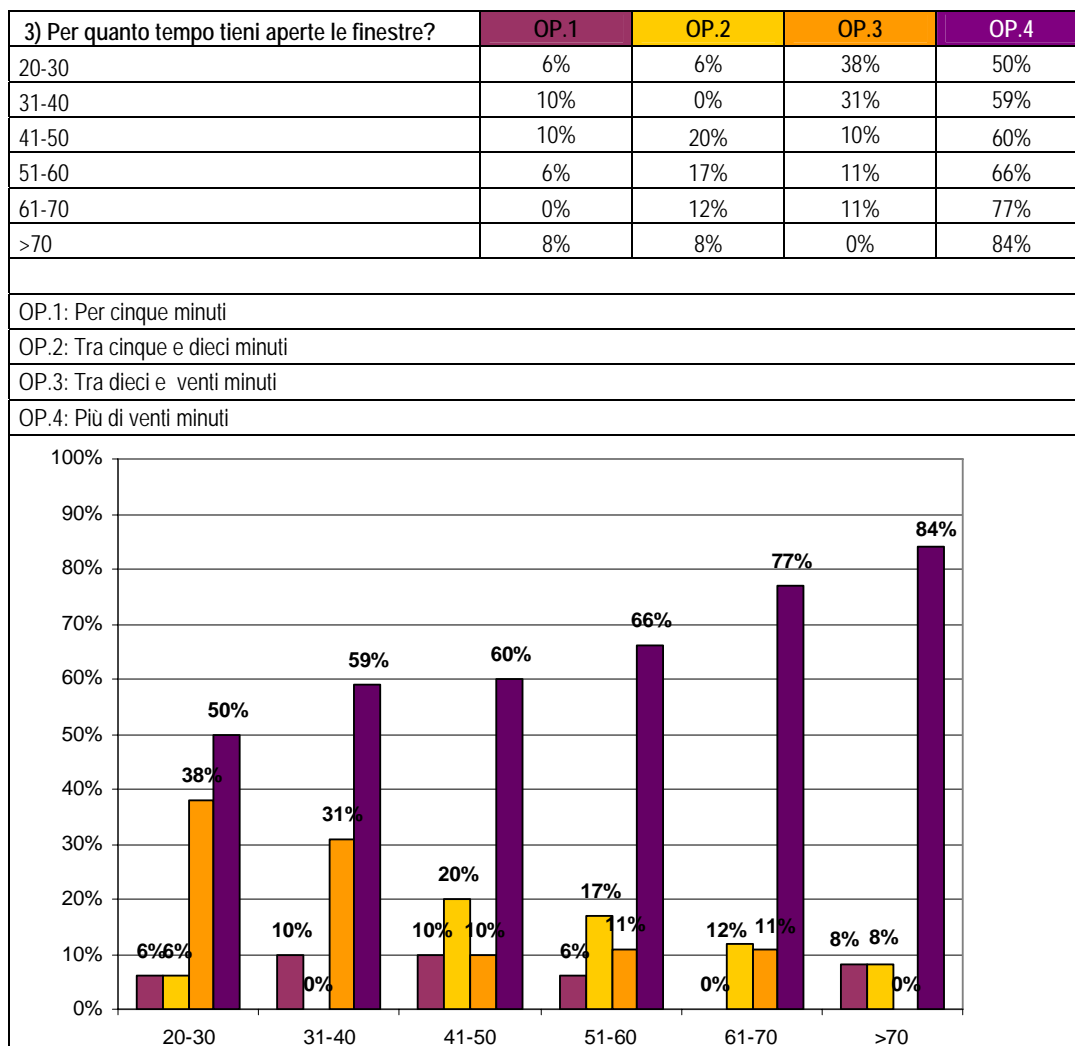
OP.2: 1 volta al giorno

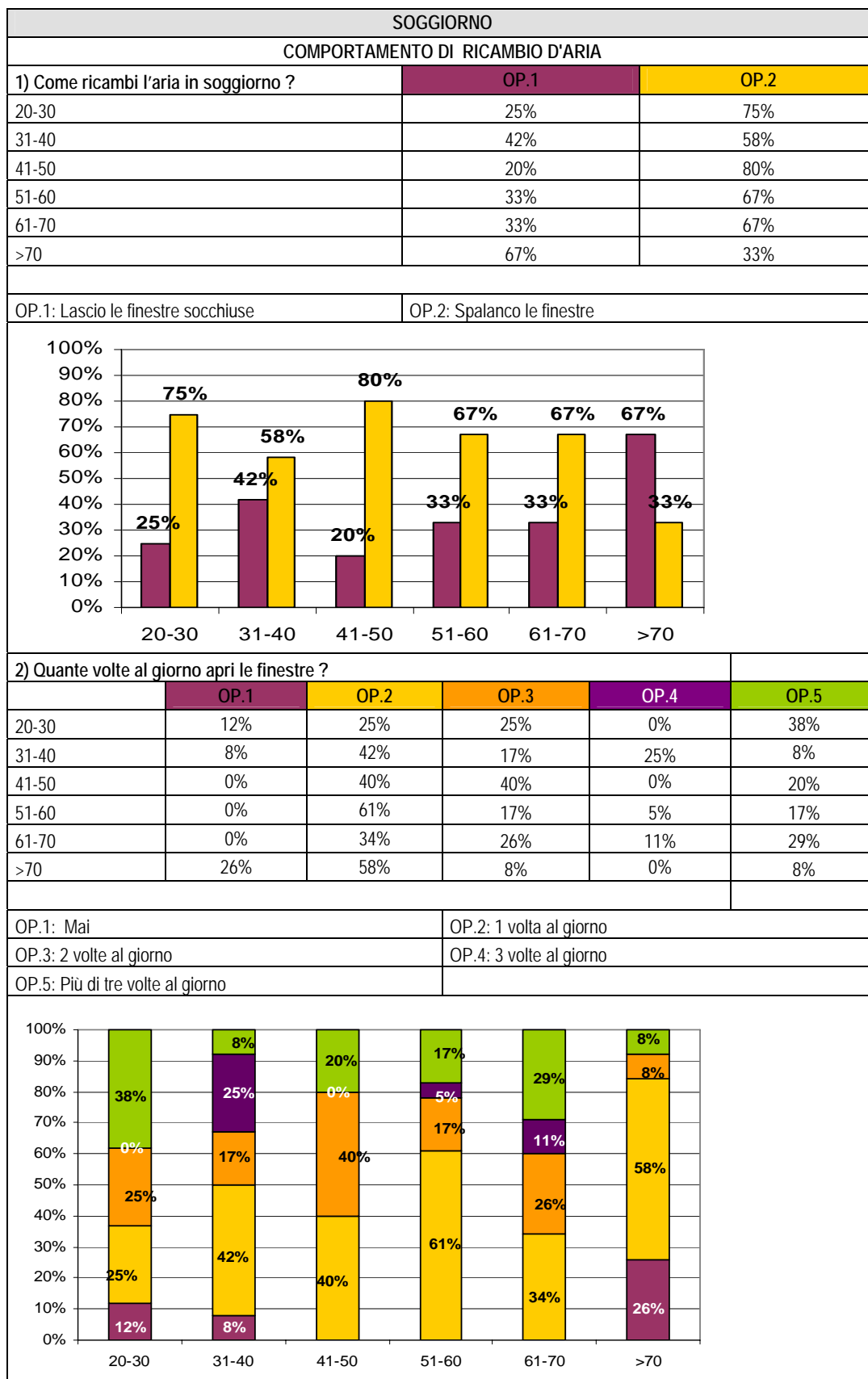
OP.3: 2 volte al giorno

OP.4: 3 volte al giorno

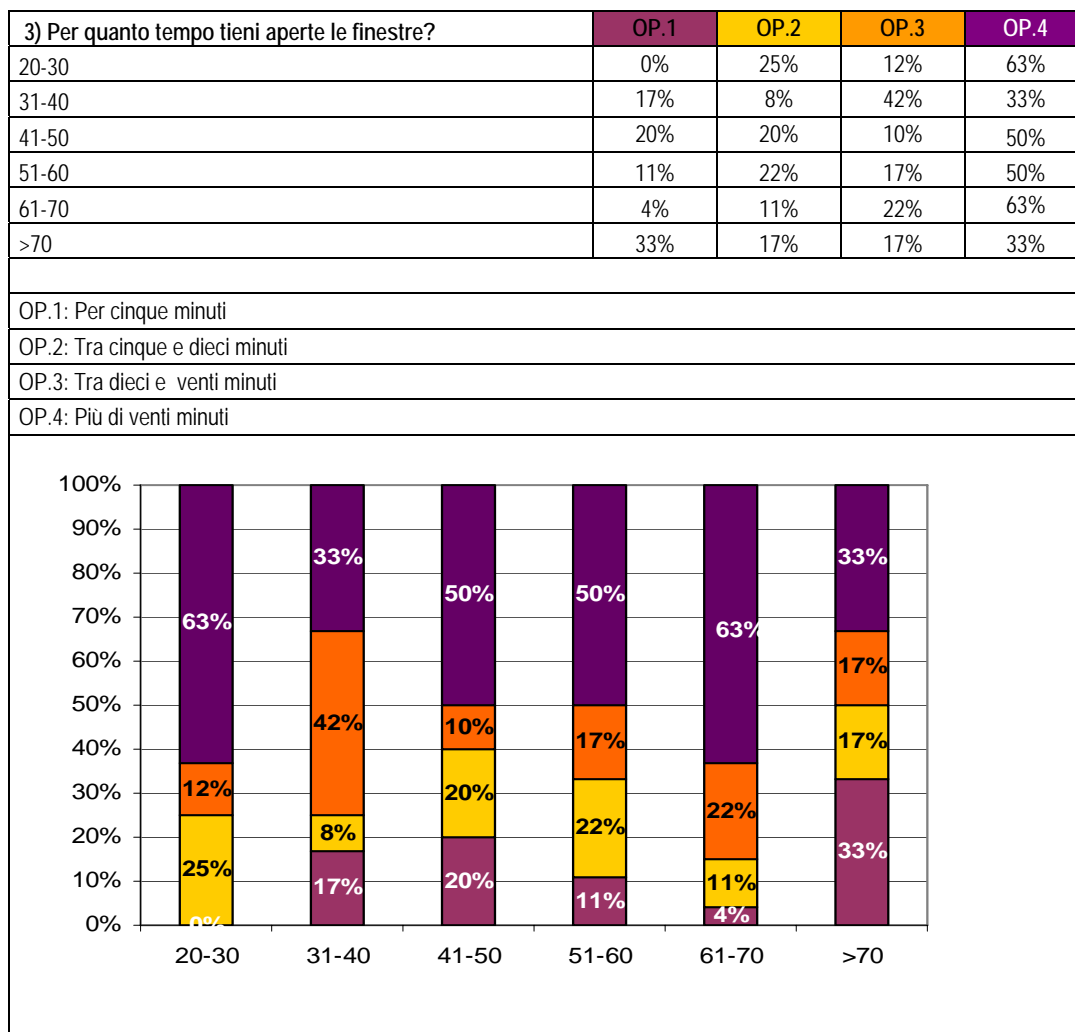
OP.5: Più di tre volte al giorno

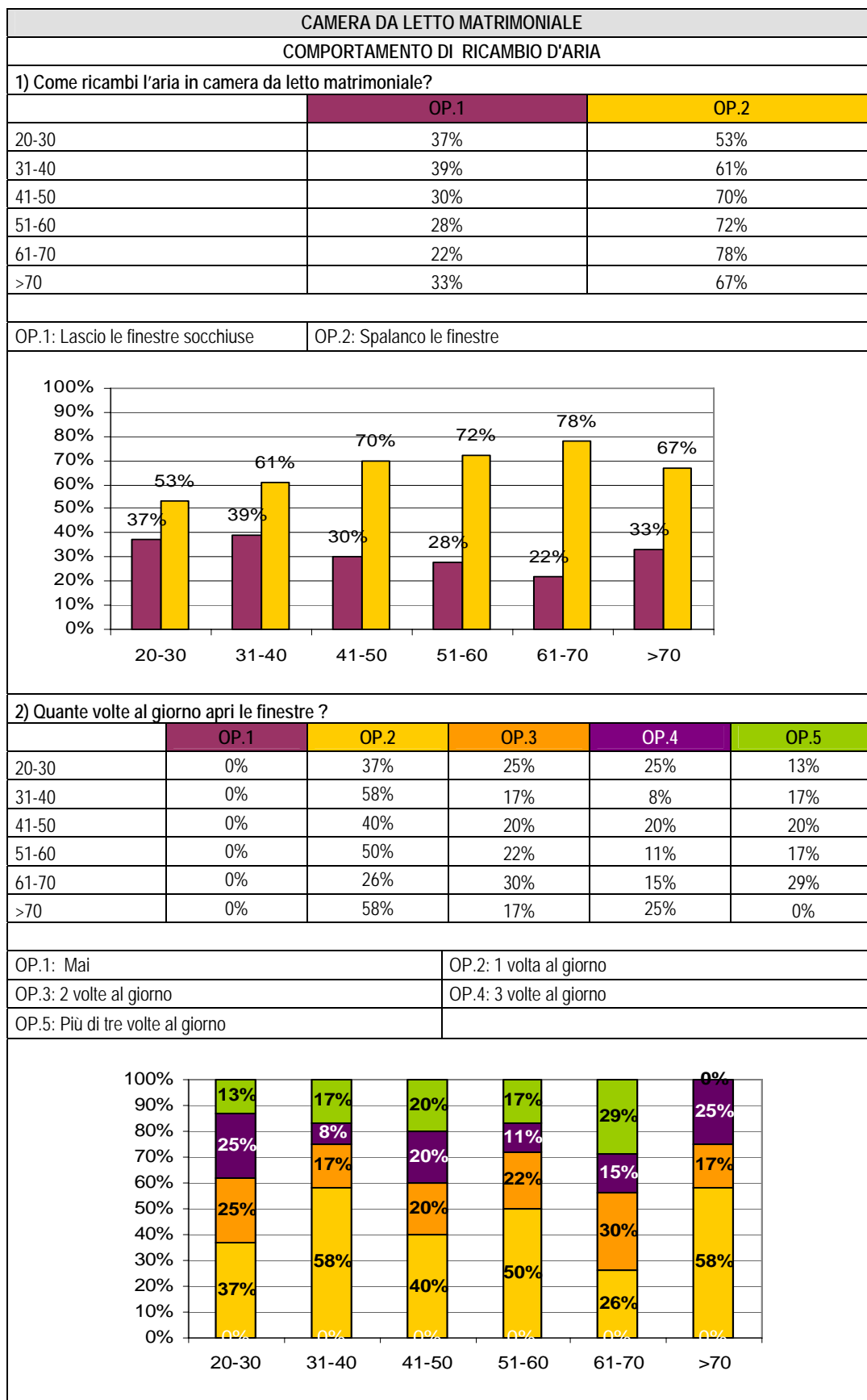






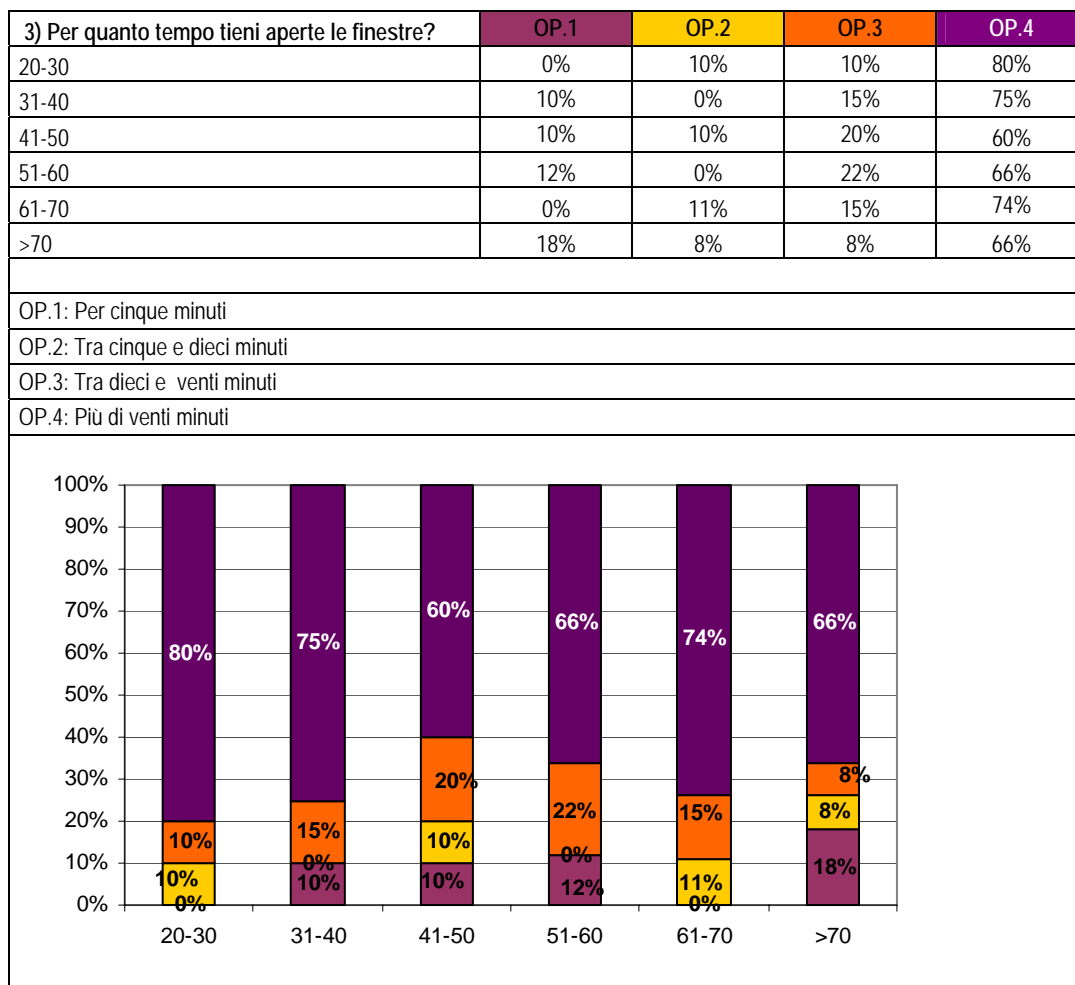
I. Schede di sintesi dei risultati dell'indagine sull'uso dei serramenti

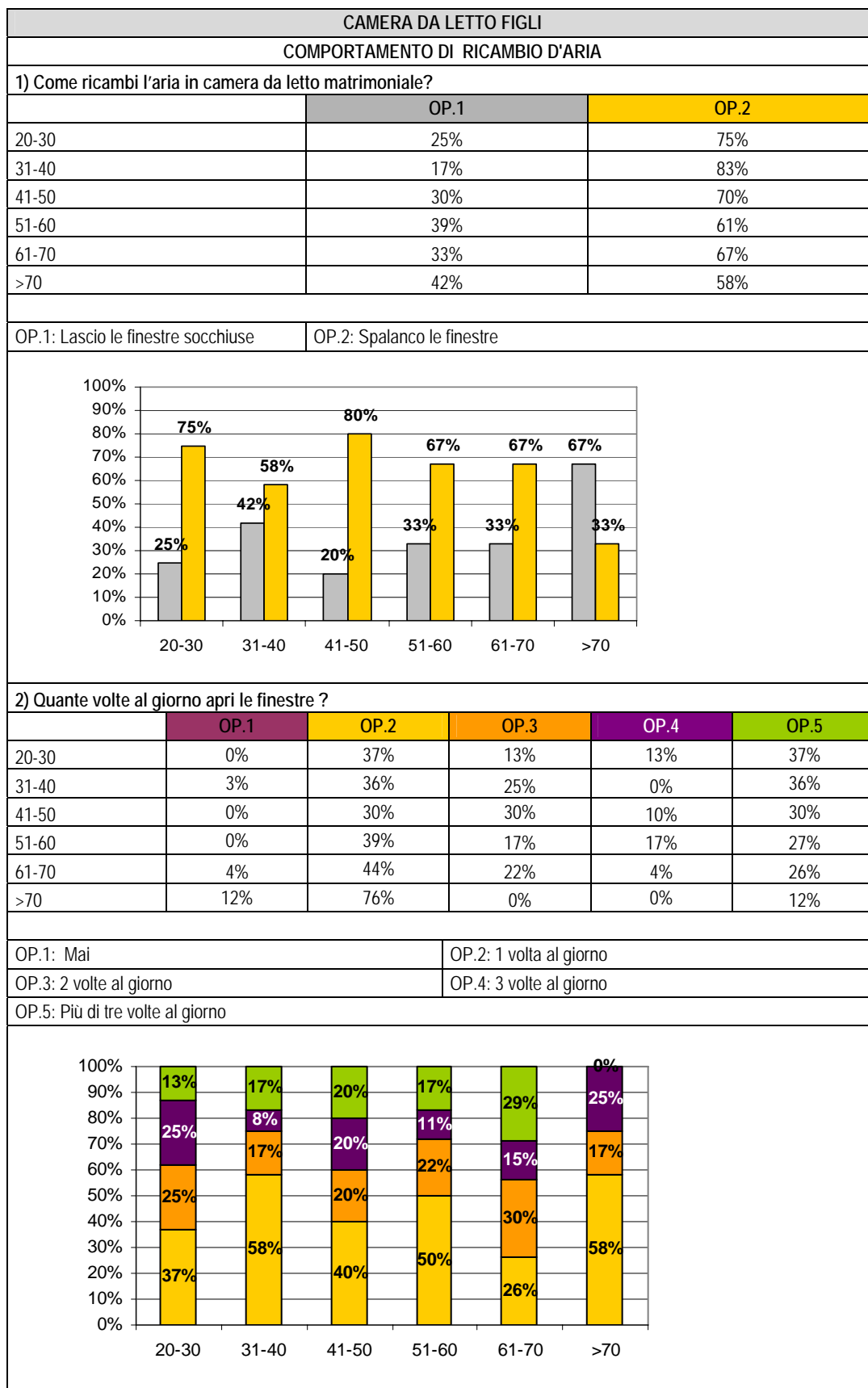




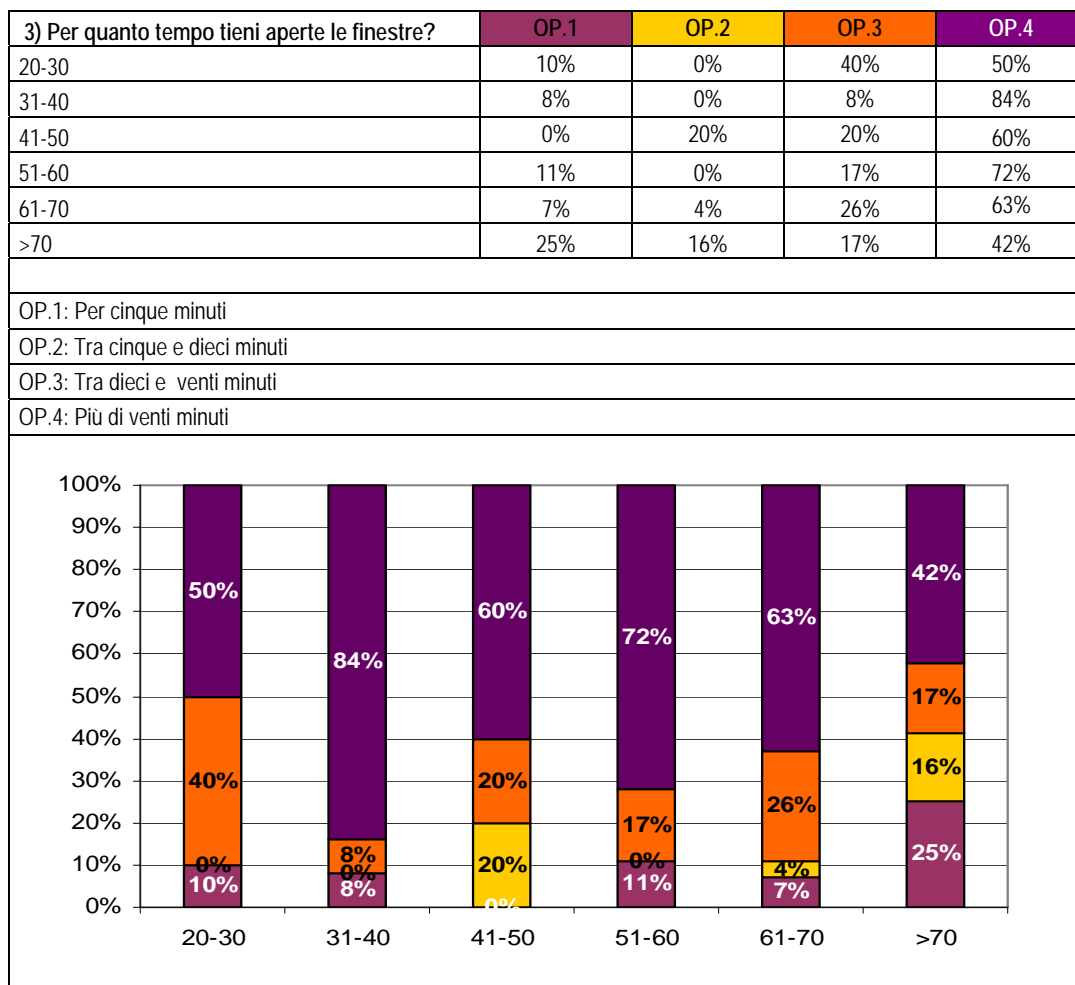


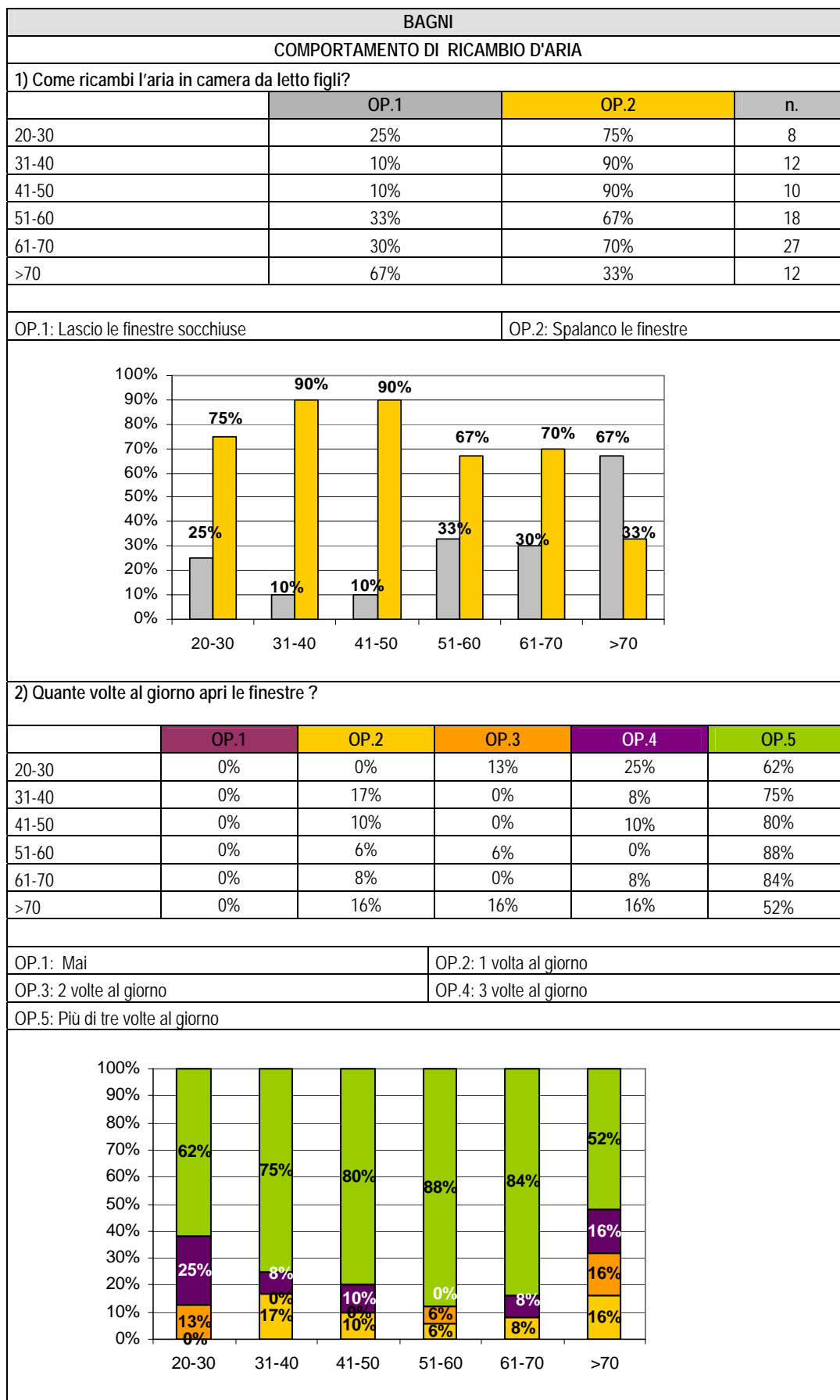
I. Schede di sintesi dei risultati dell'indagine sull'uso dei serramenti

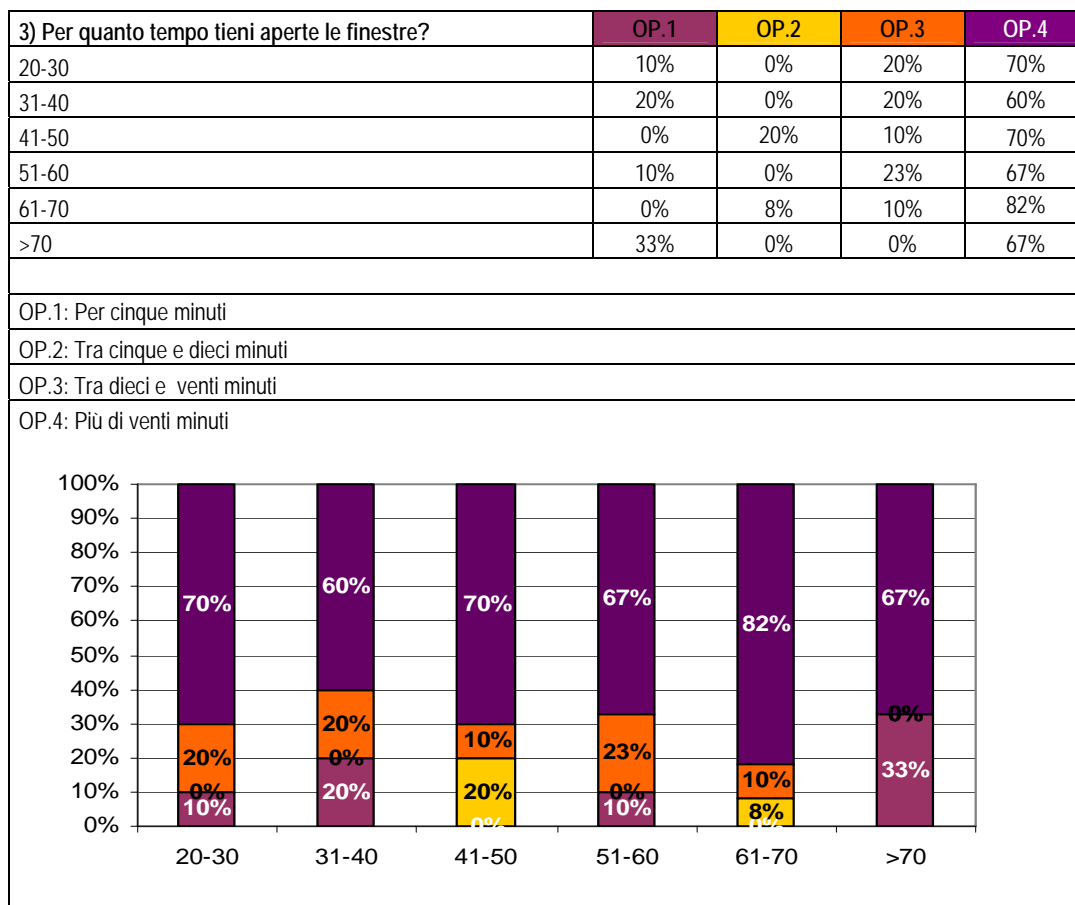


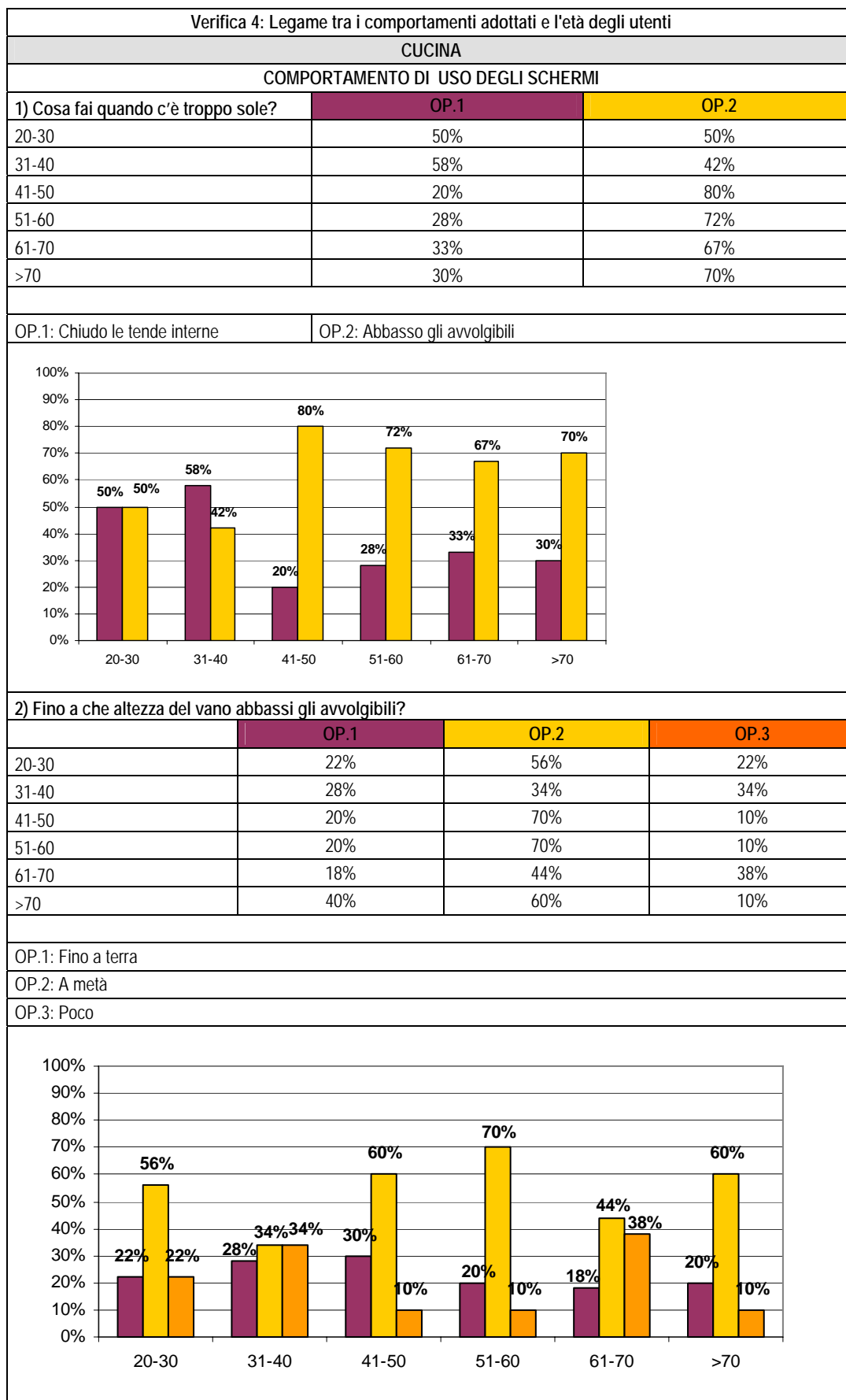


I. Schede di sintesi dei risultati dell'indagine sull'uso dei serramenti

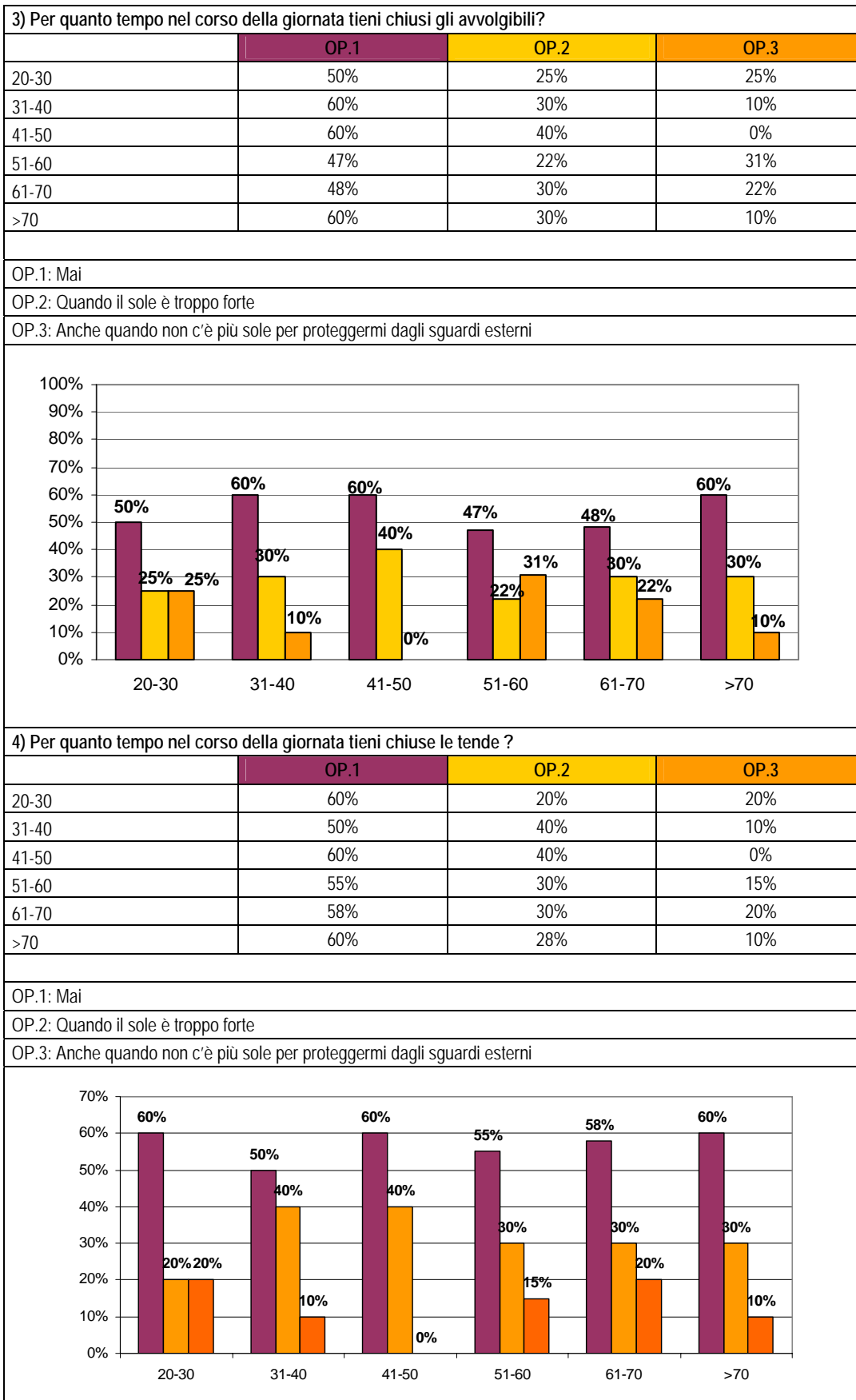


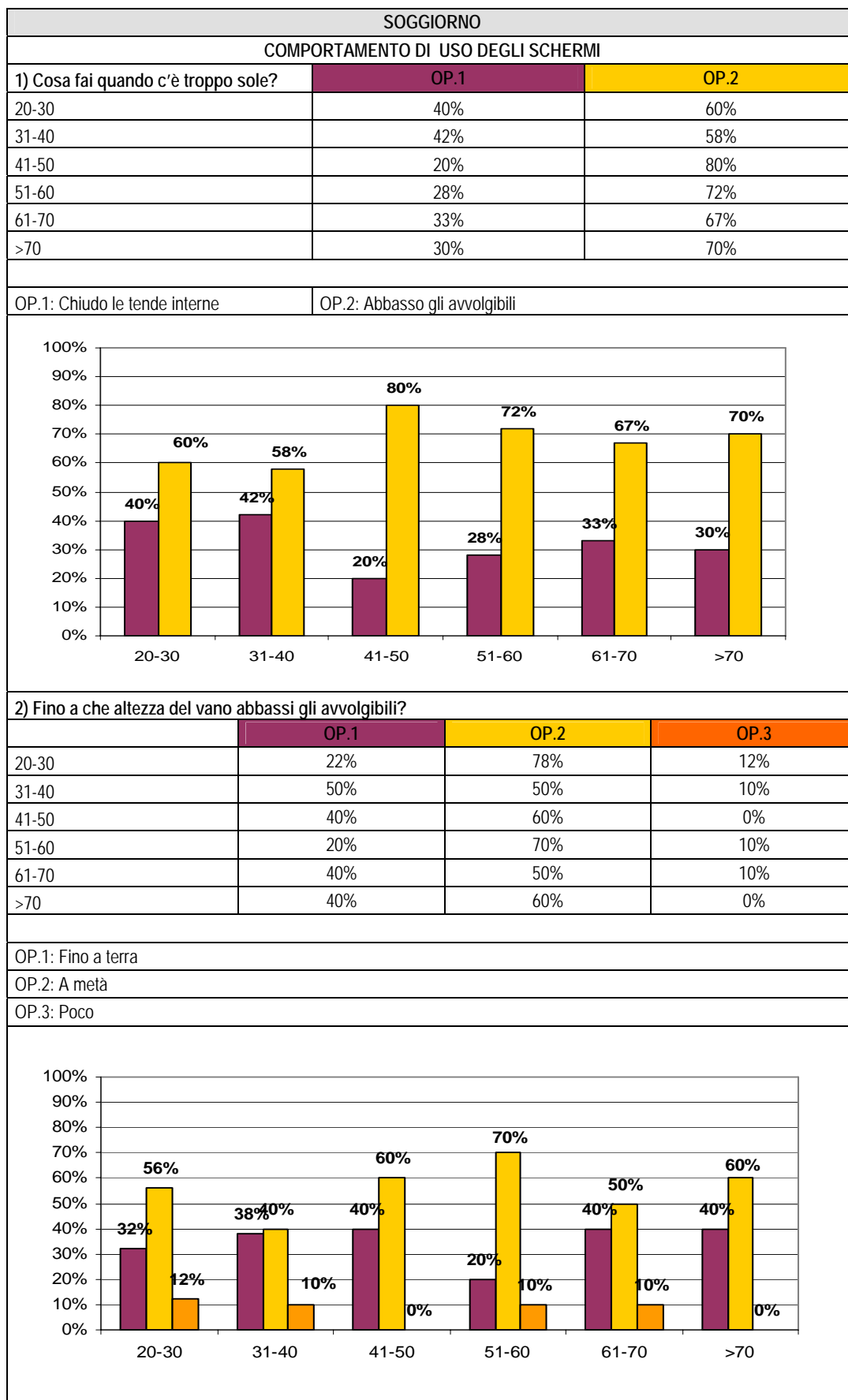


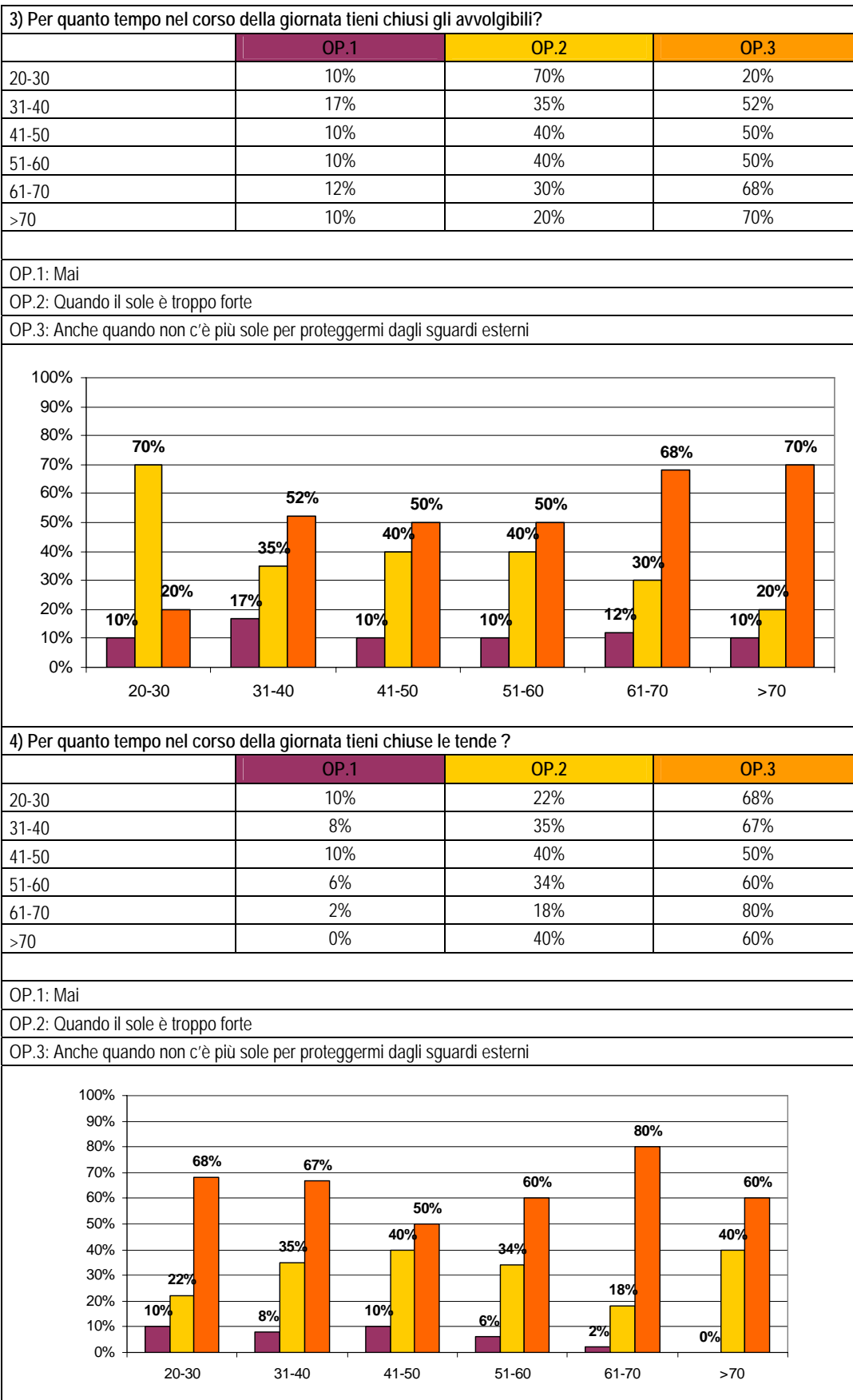


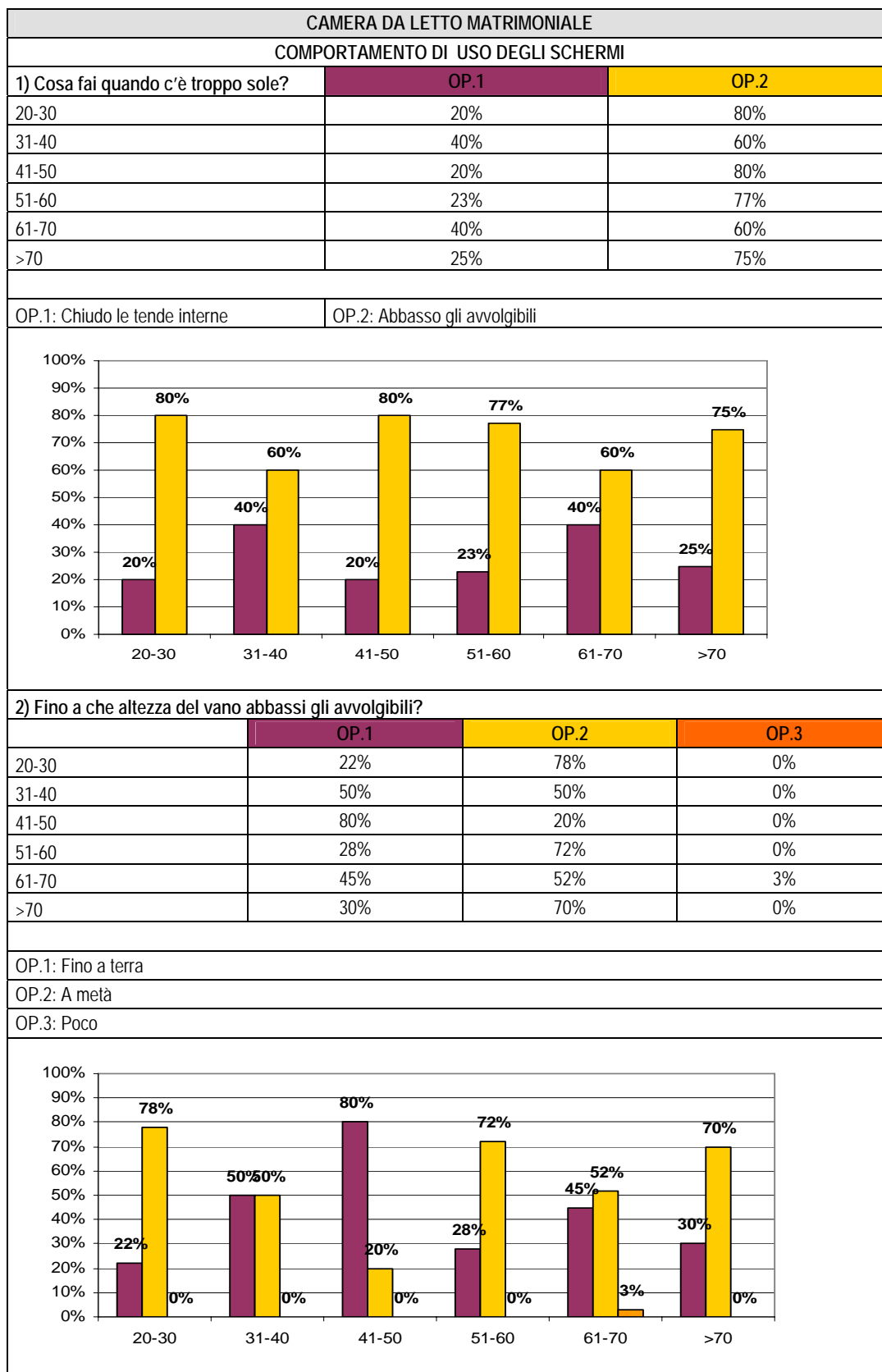












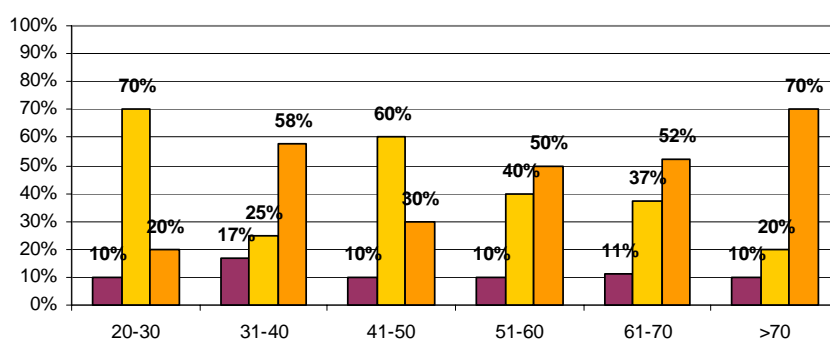
## 3) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiusi gli avvolgibili?

	OP.1	OP.2	OP.3
20-30	10%	70%	20%
31-40	17%	25%	58%
41-50	10%	60%	30%
51-60	10%	40%	50%
61-70	11%	37%	52%
>70	10%	20%	70%

OP.1: Mai

OP.2: Quando il sole è troppo forte

OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni



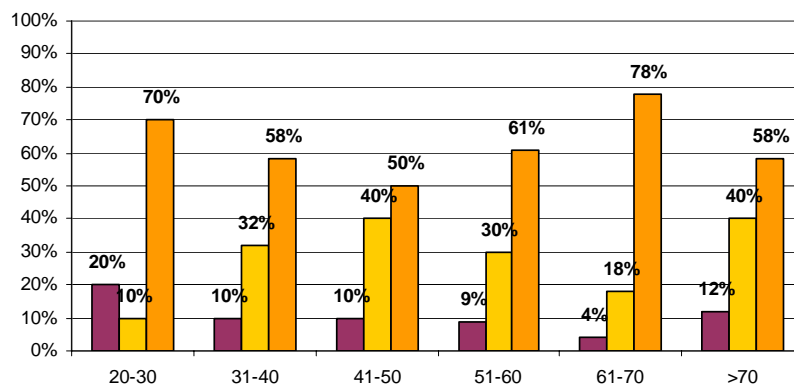
## 4) Per quanto tempo nel corso della giornata tieni chiuse le tende ?

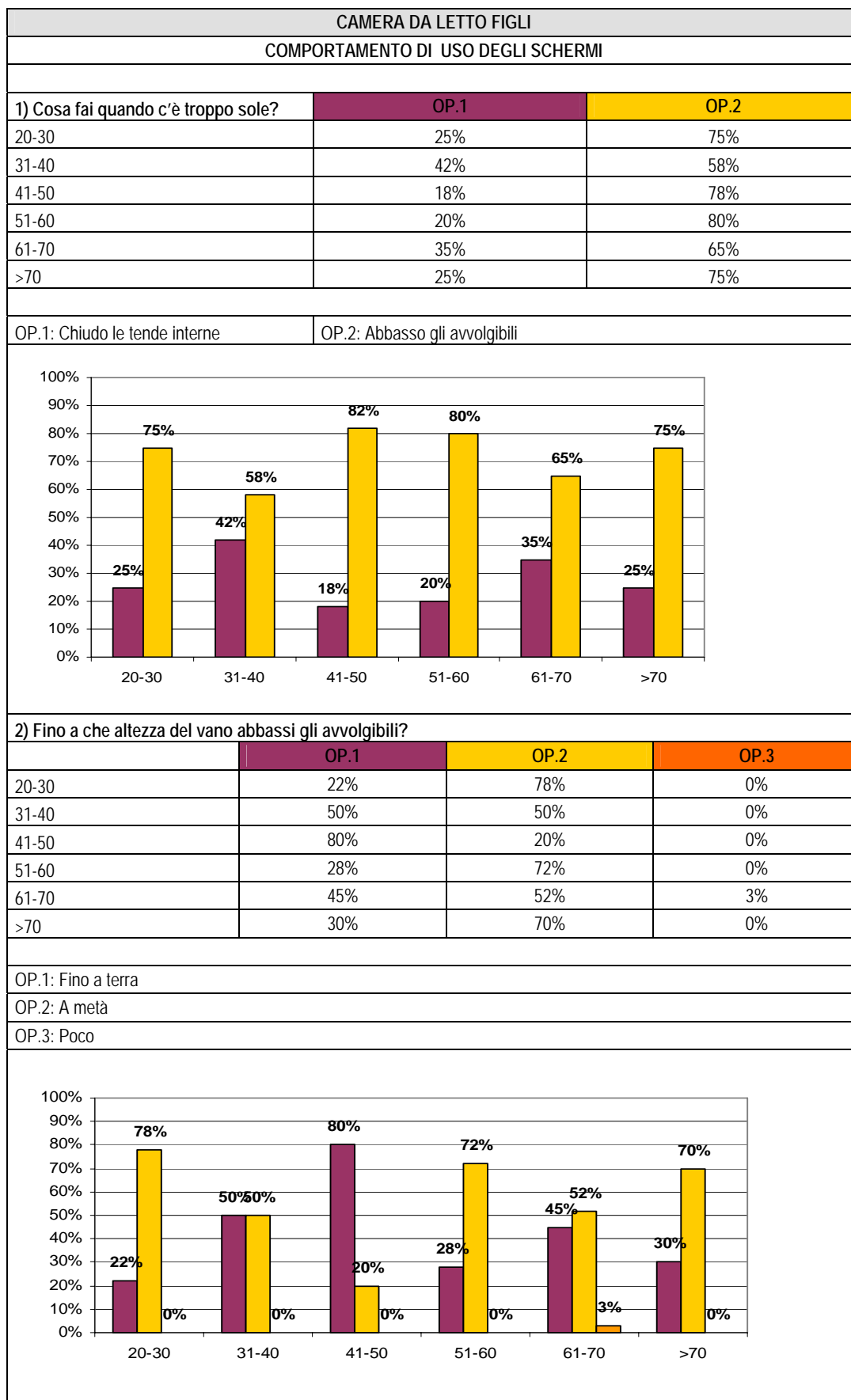
	OP.1	OP.2	OP.3
20-30	20%	10%	70%
31-40	10%	32%	58%
41-50	10%	40%	50%
51-60	9%	30%	61%
61-70	4%	18%	78%
>70	12%	40%	58%

OP.1: Mai

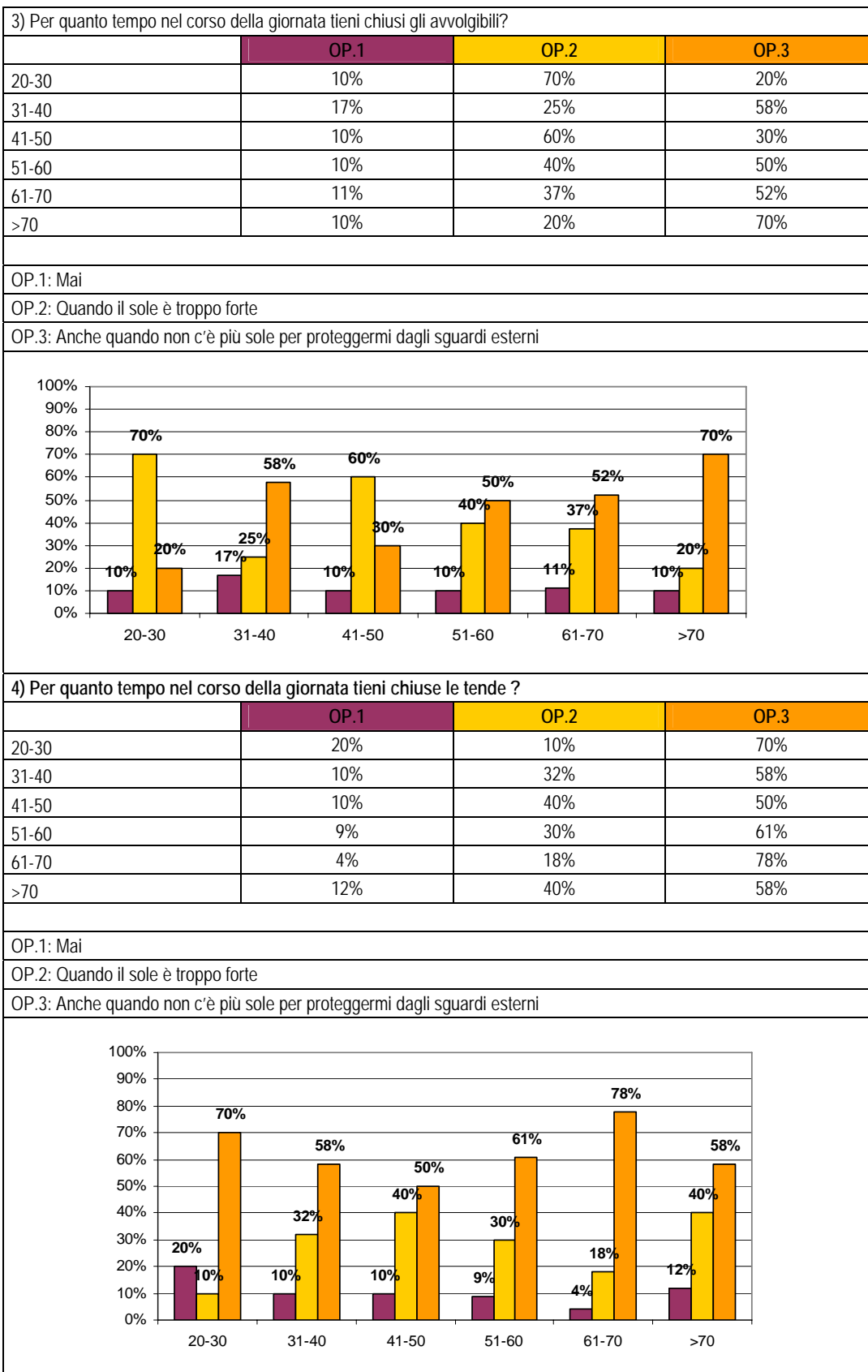
OP.2: Quando il sole è troppo forte

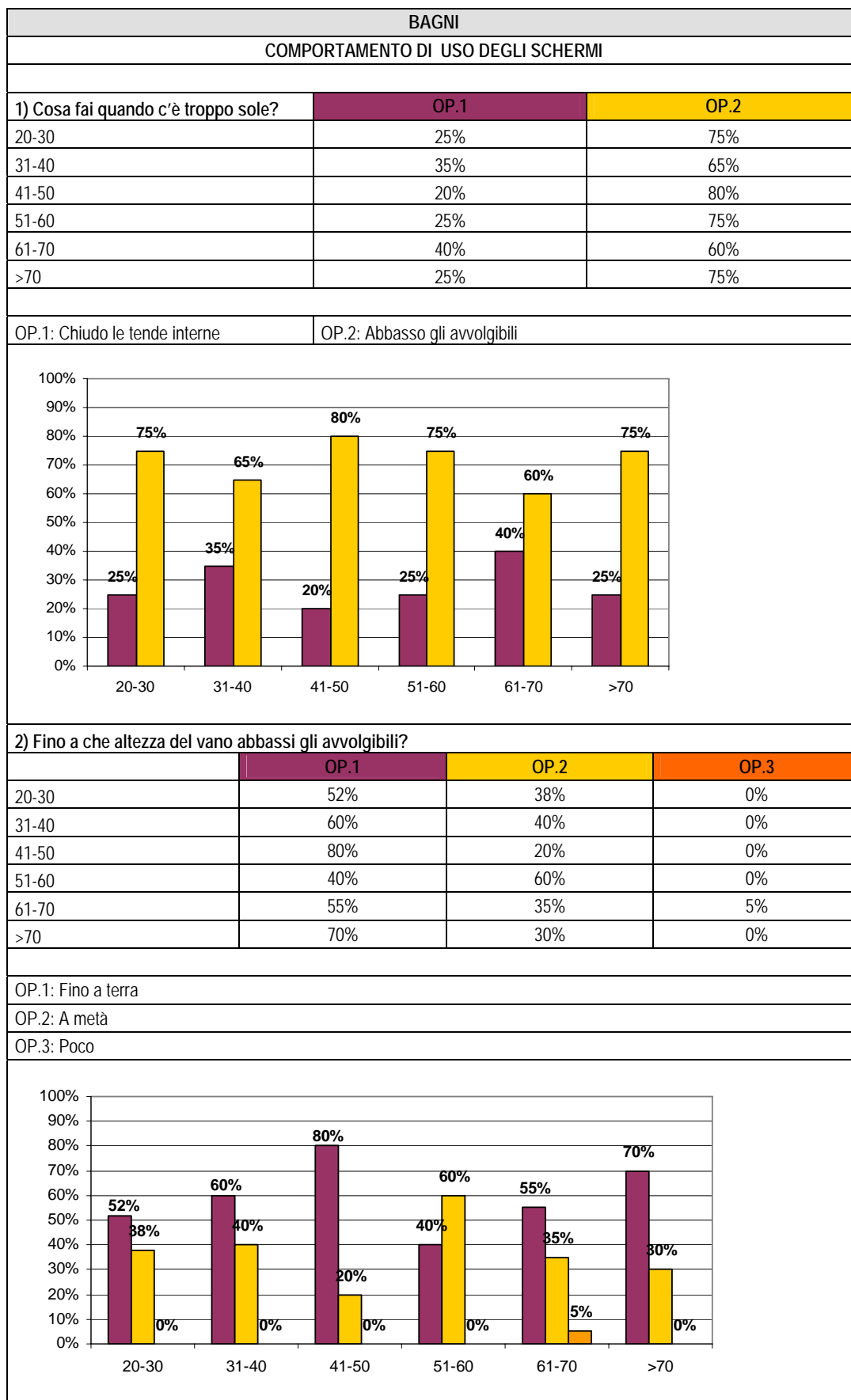
OP.3: Anche quando non c'è più sole per proteggermi dagli sguardi esterni

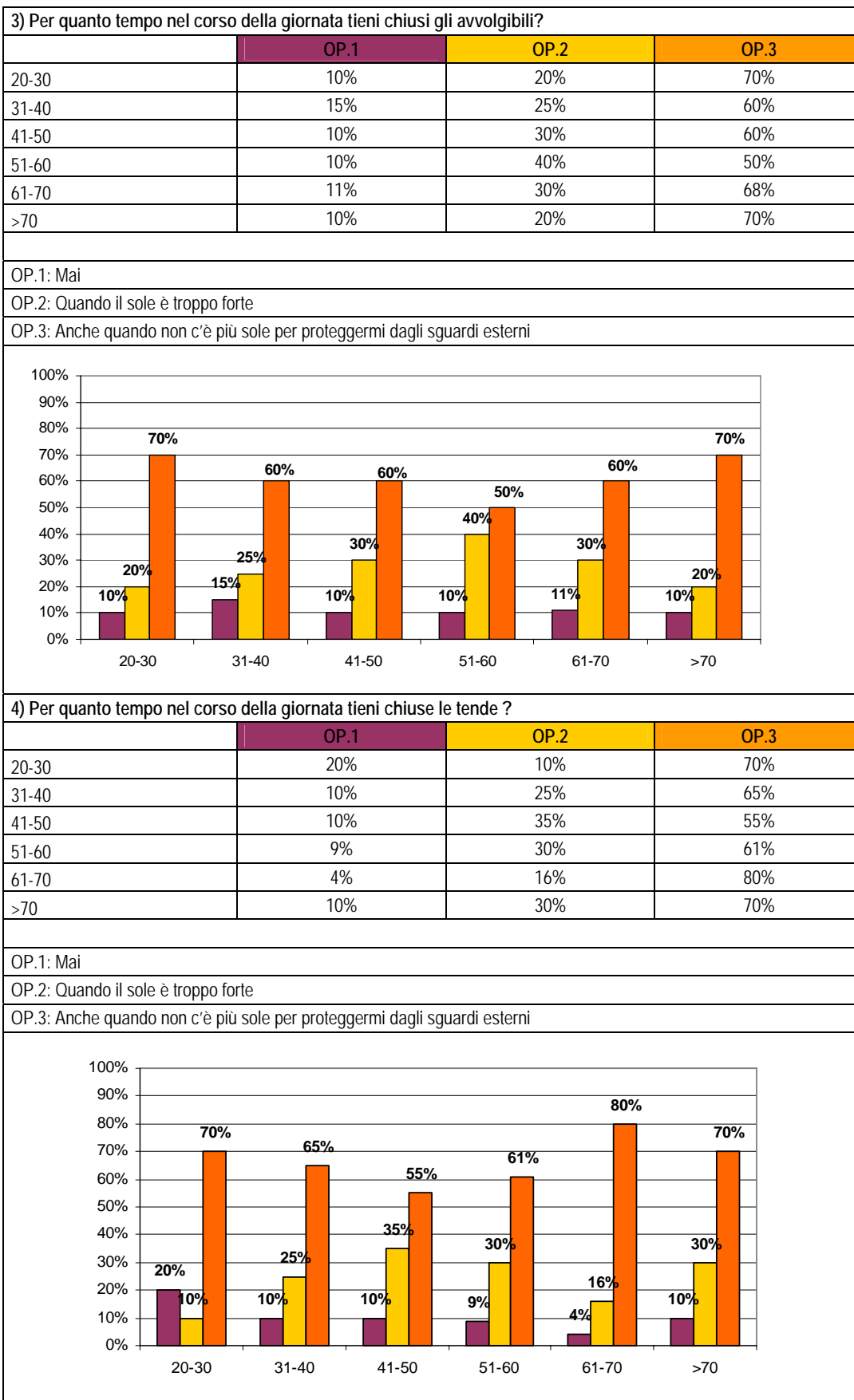


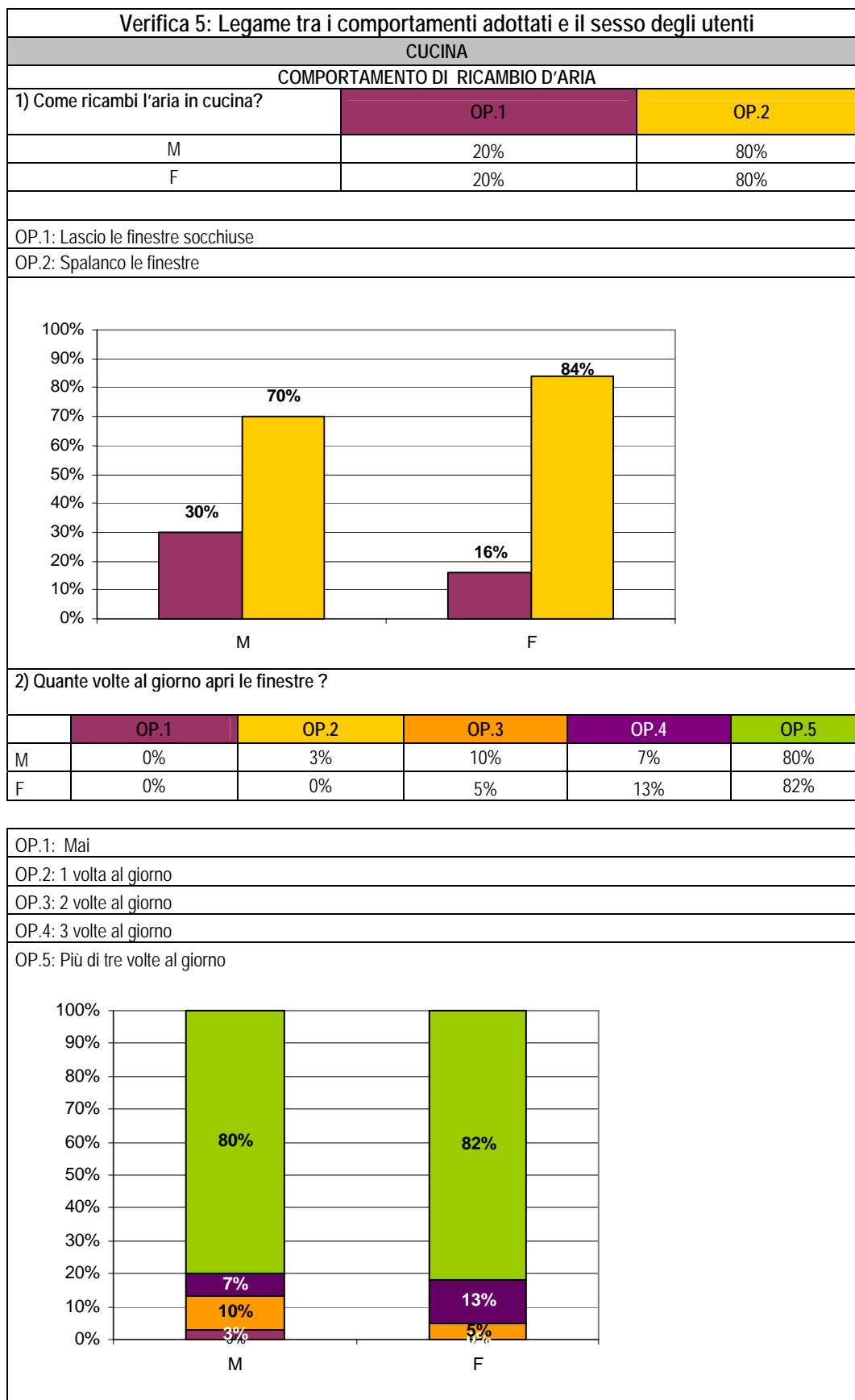


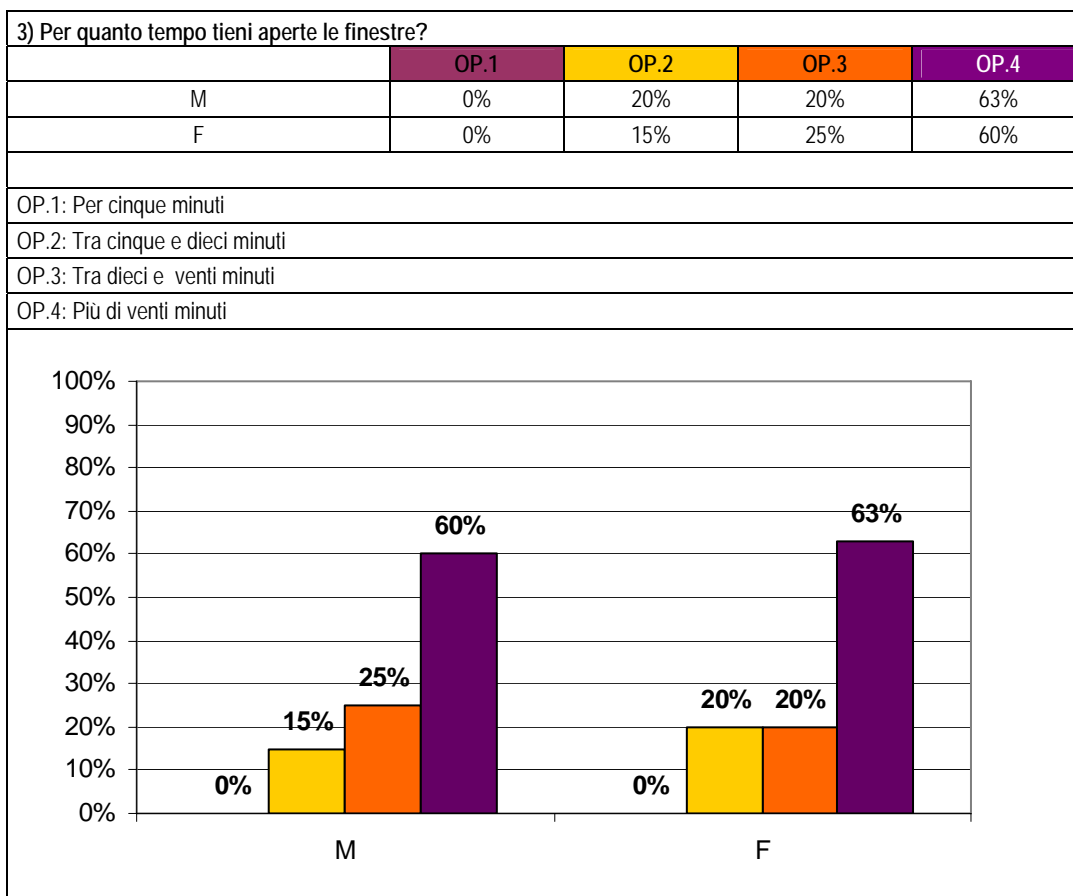


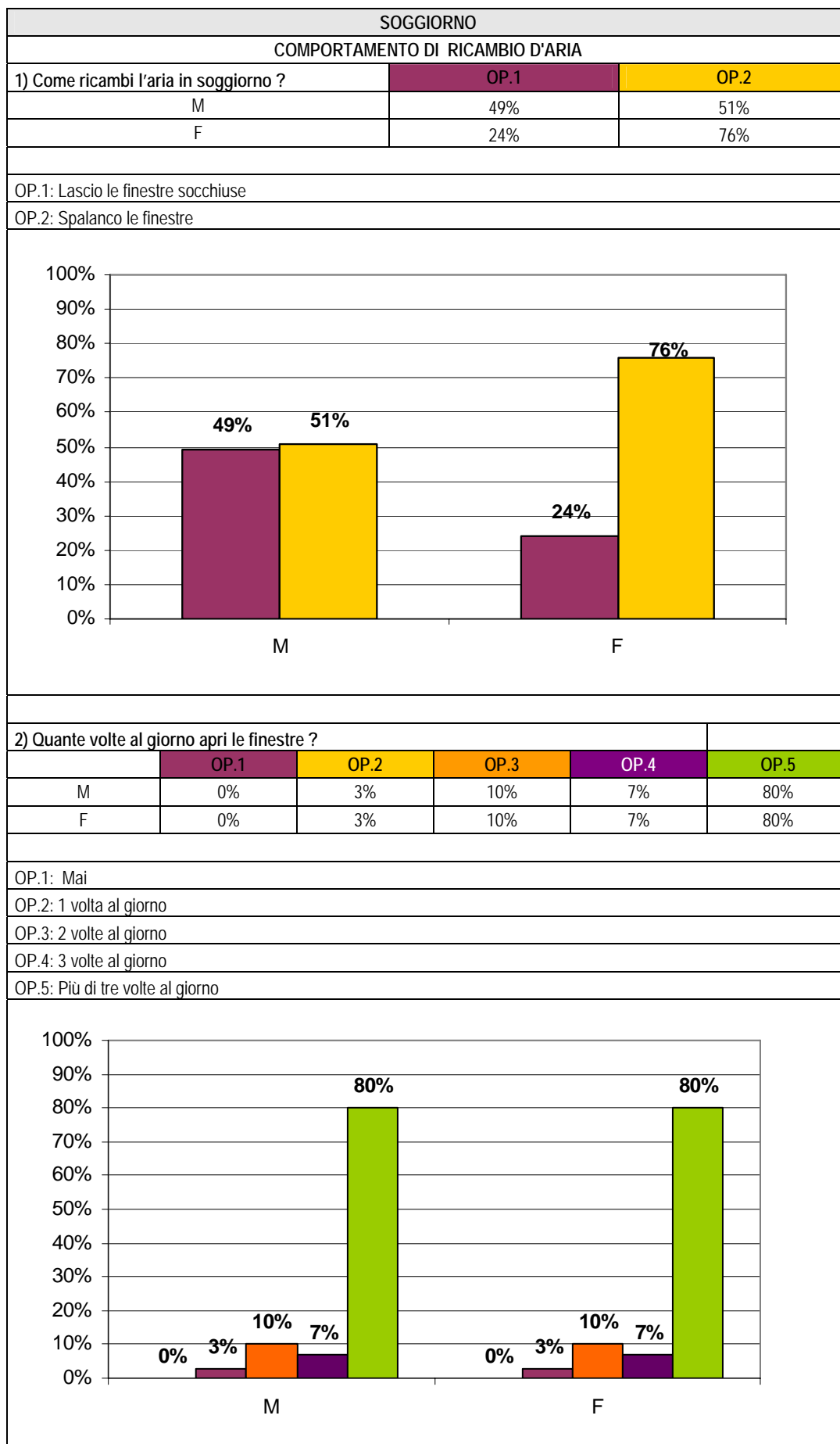




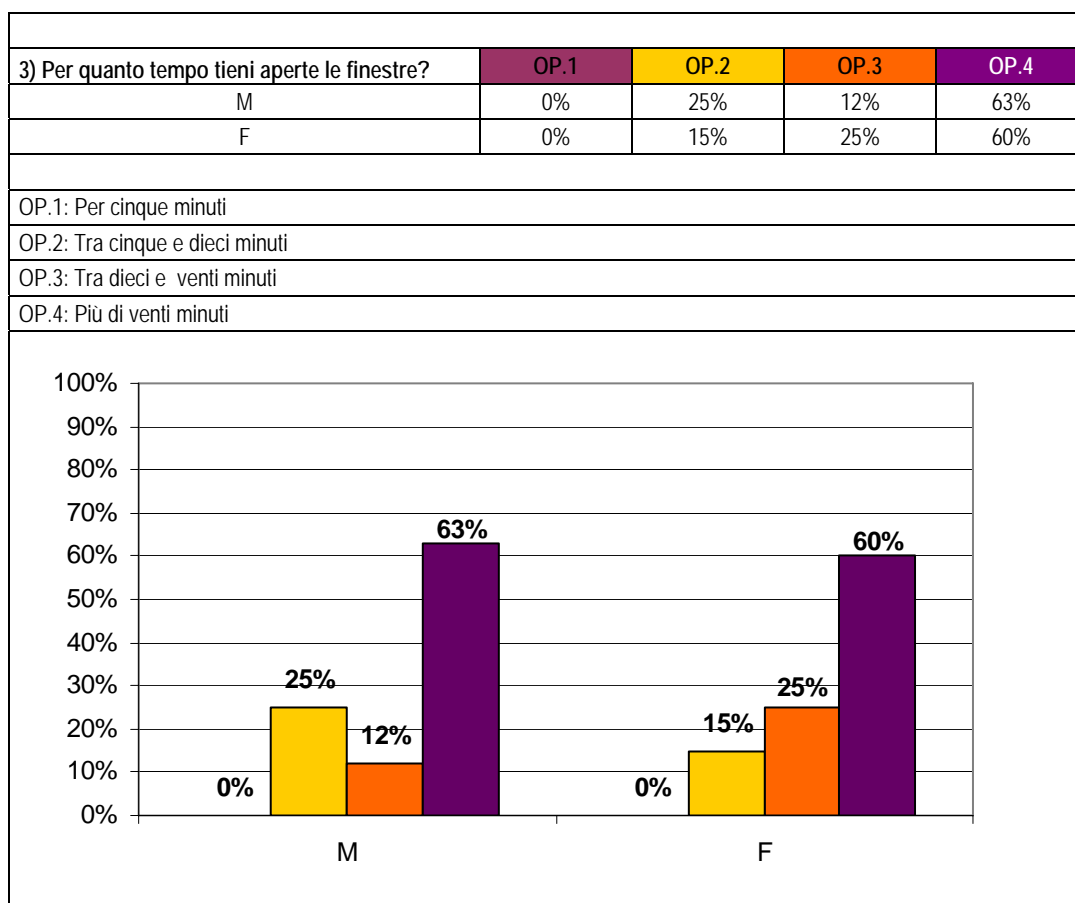


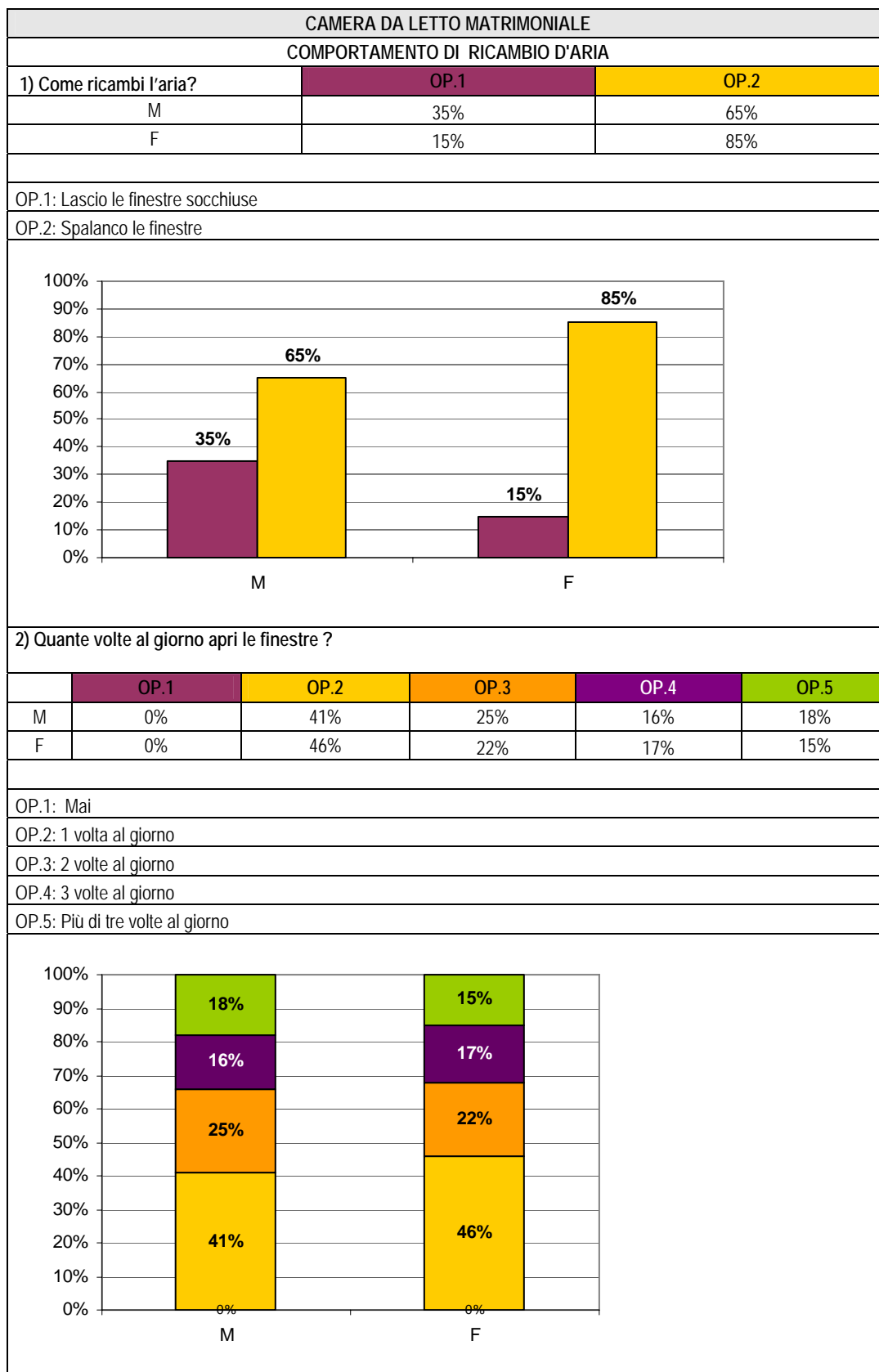


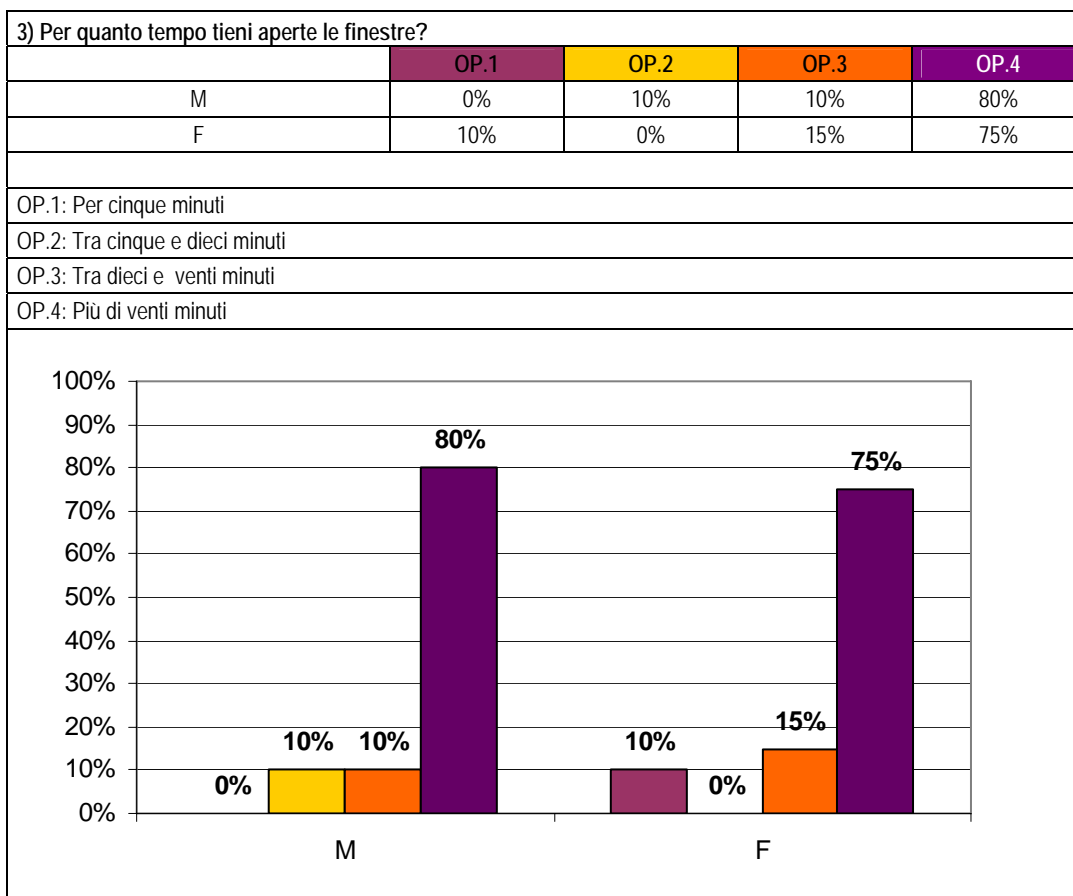


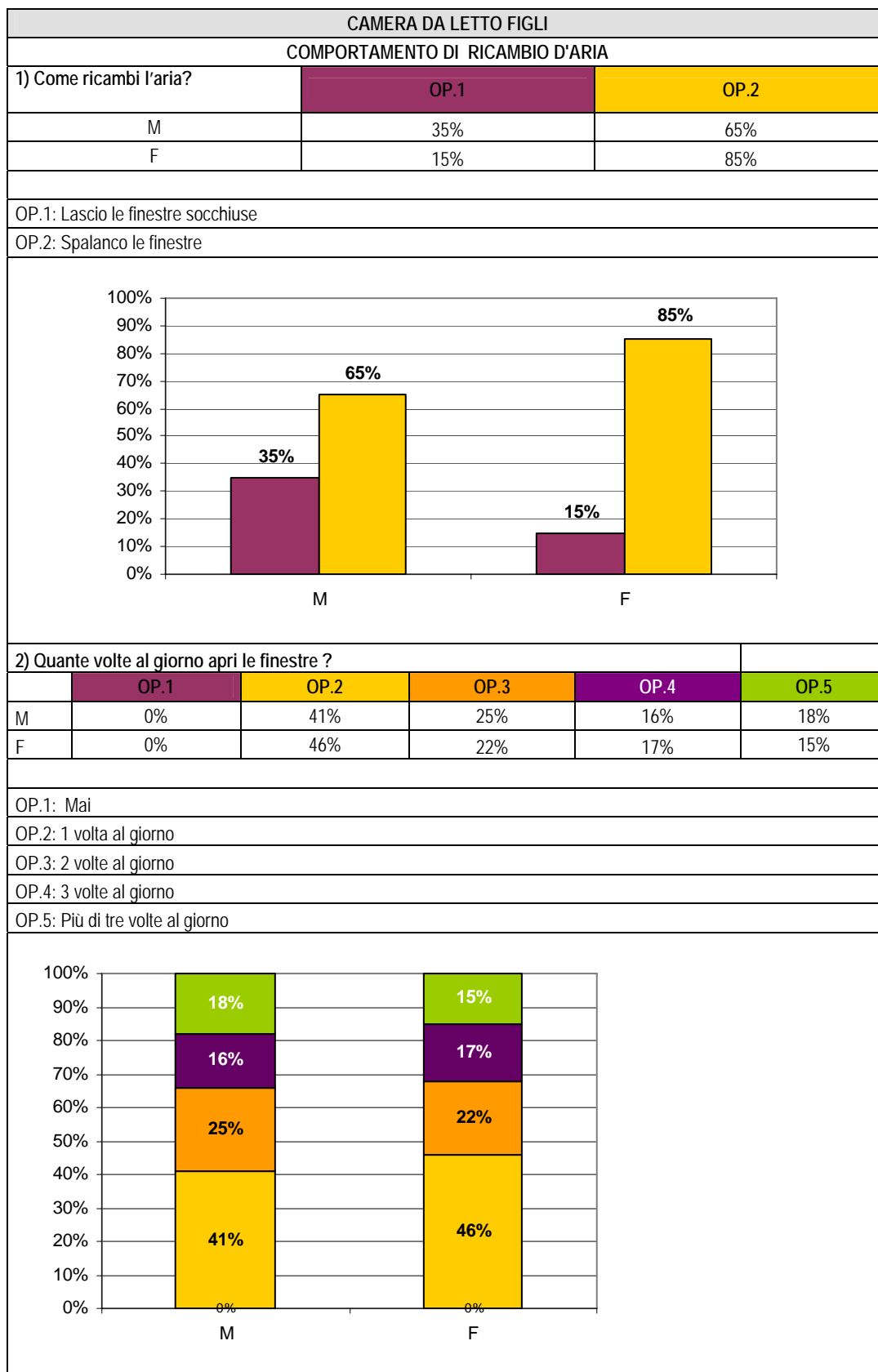


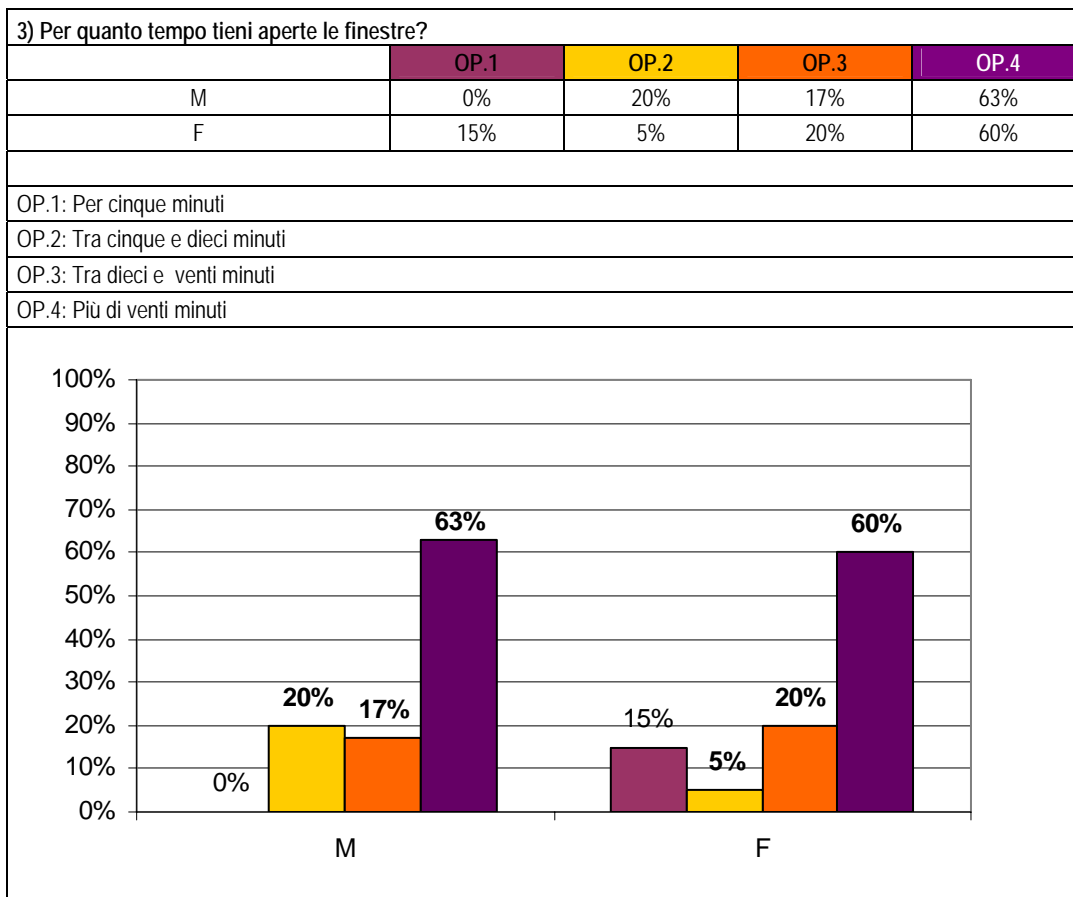


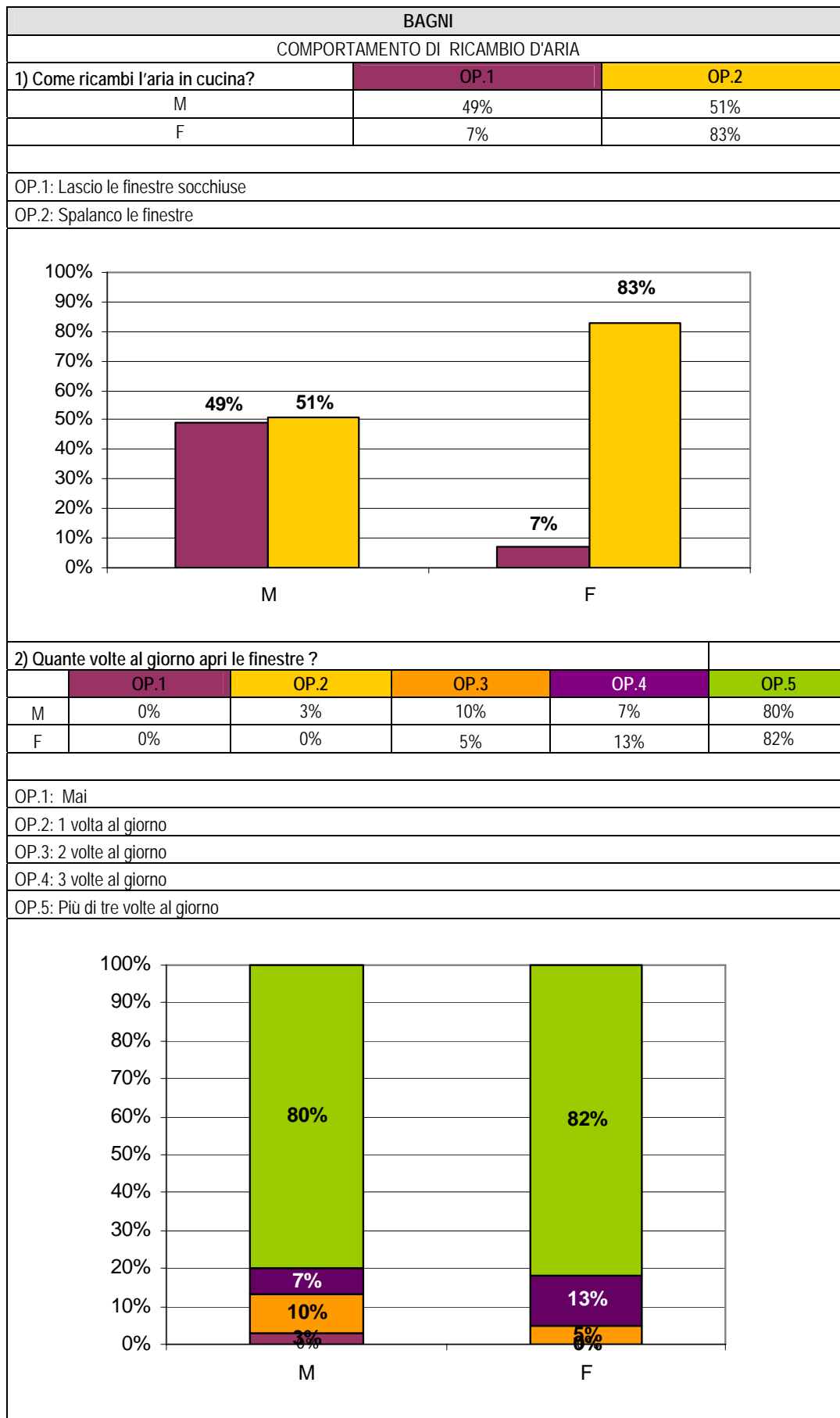




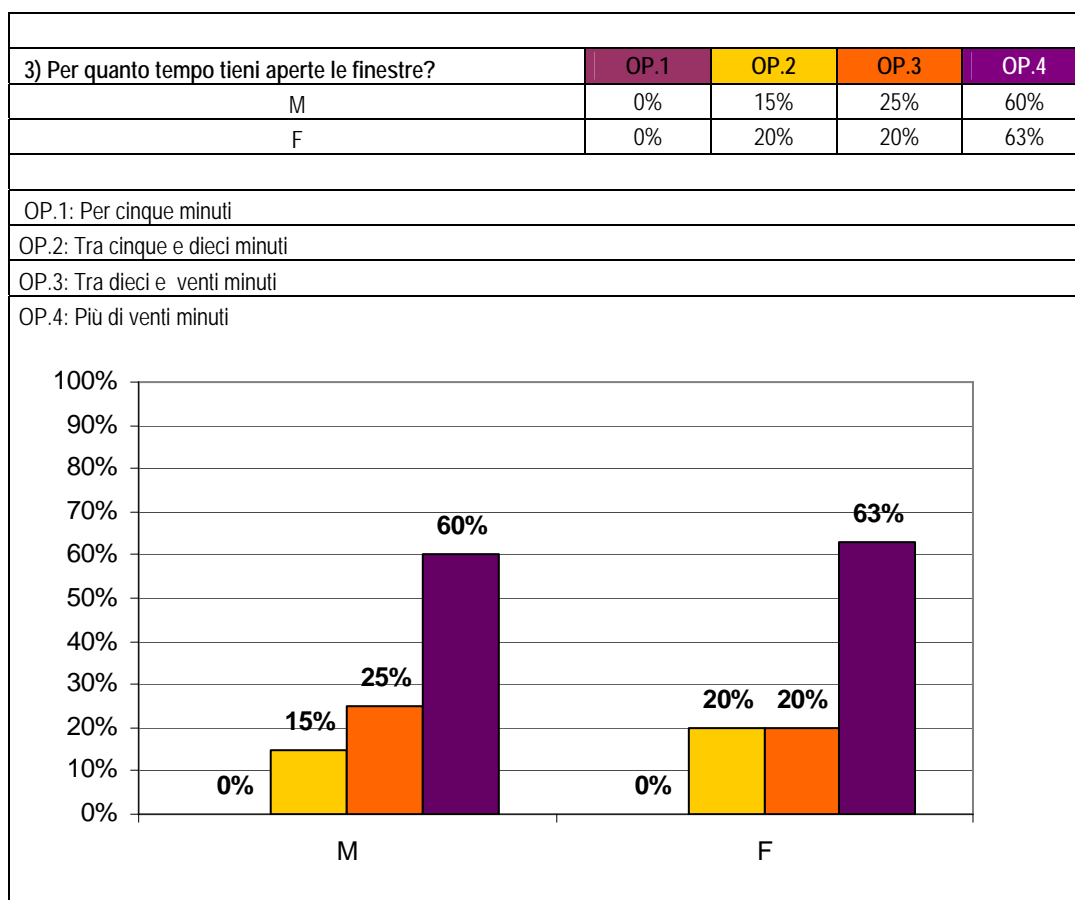


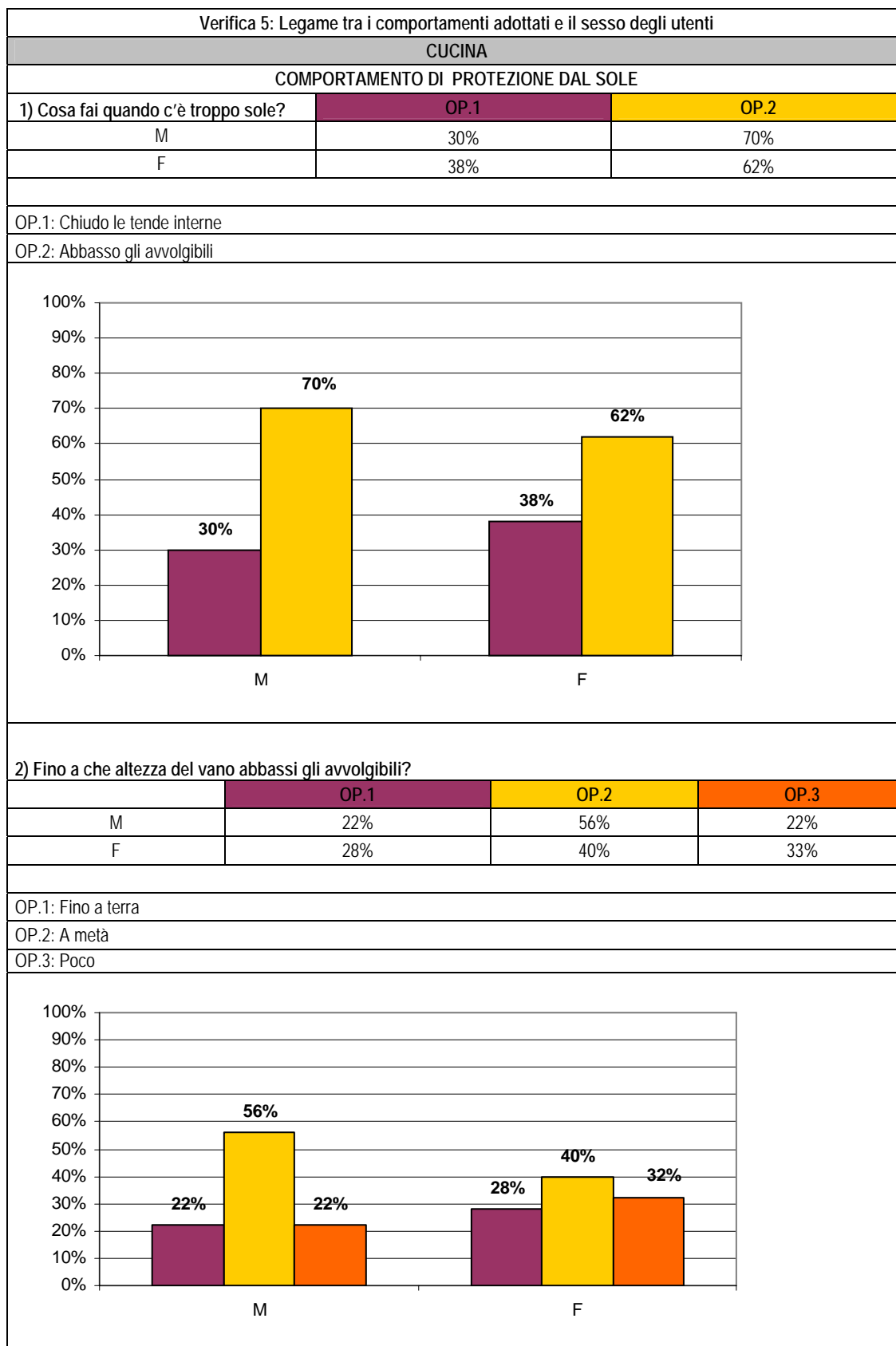


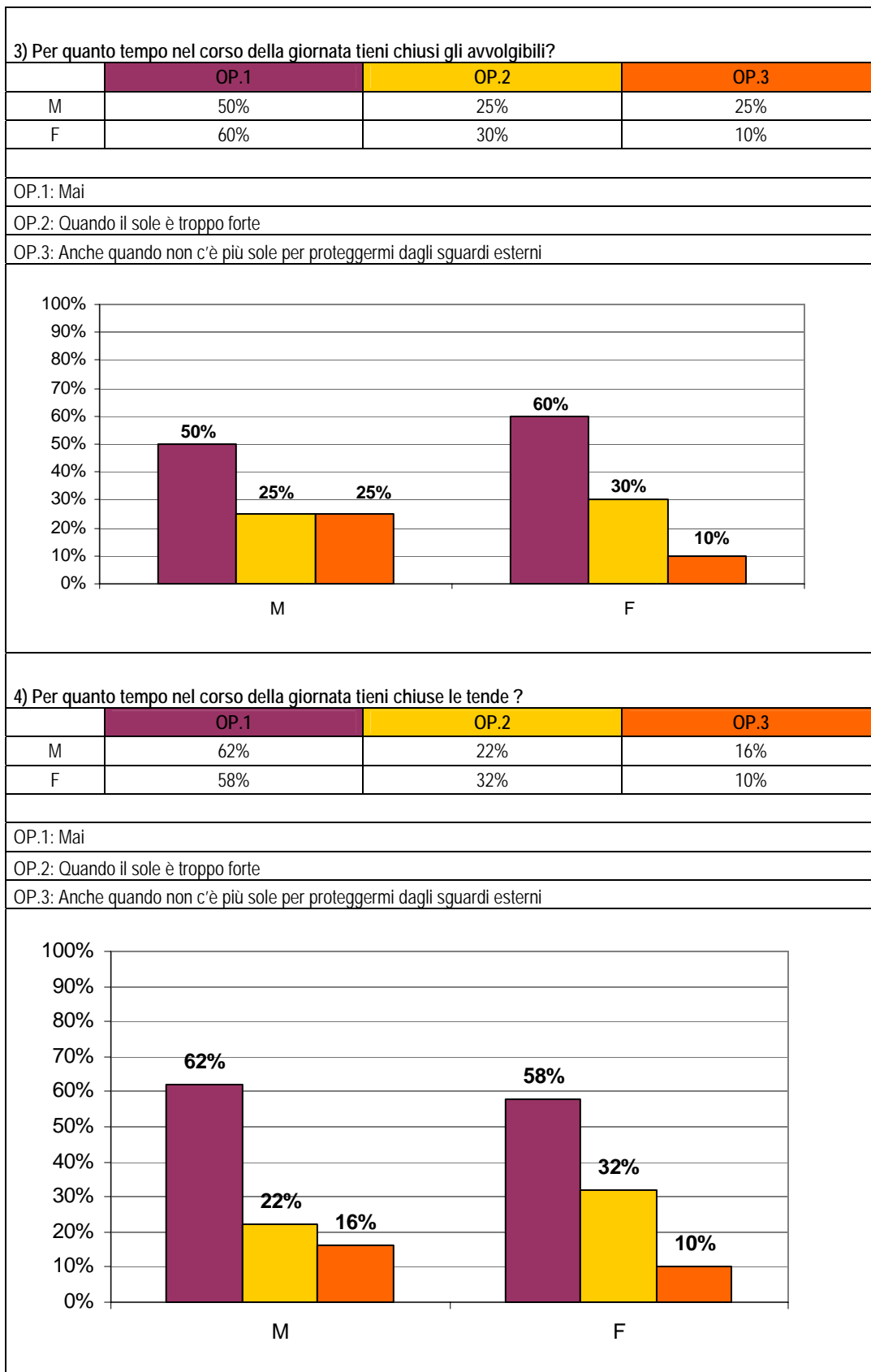


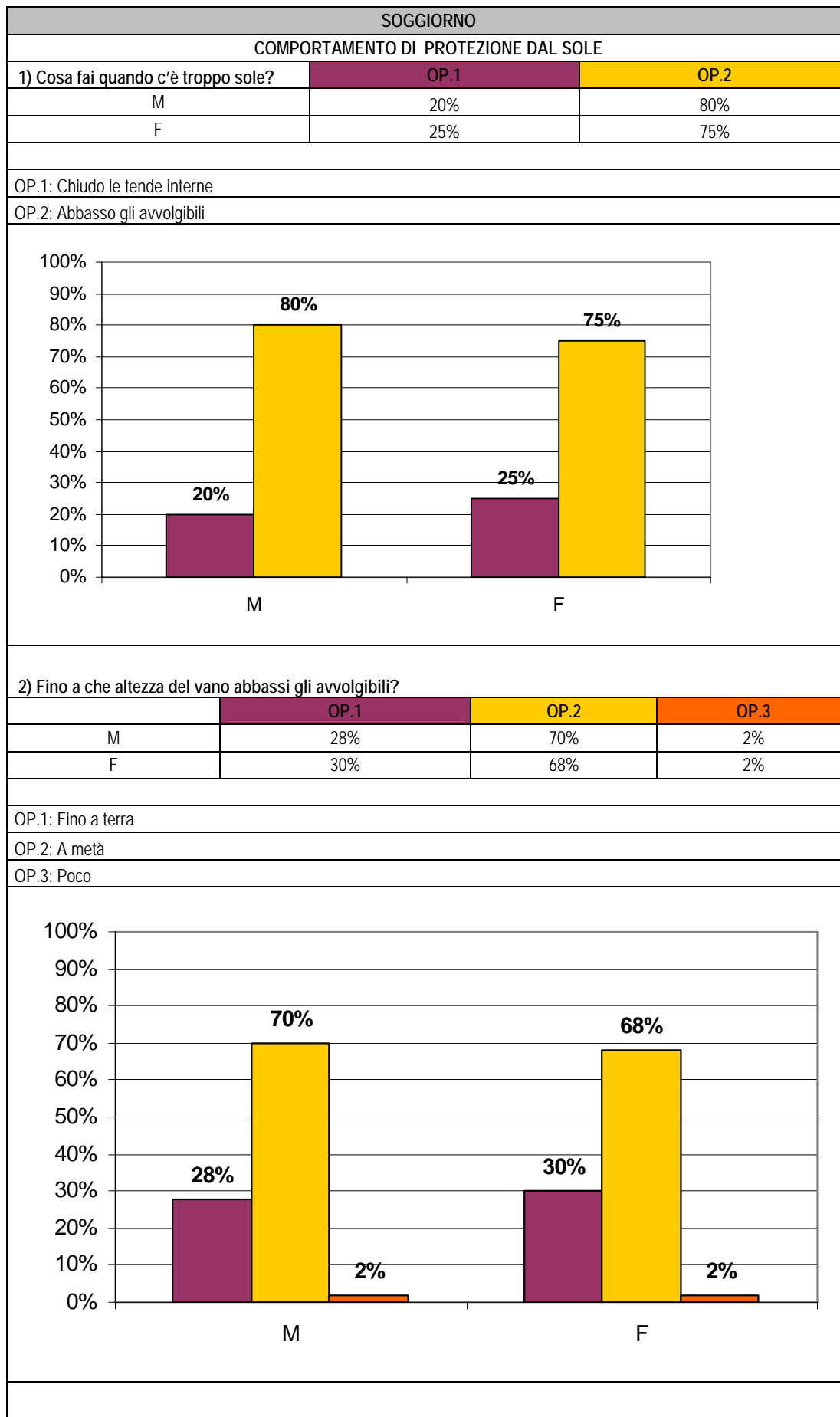


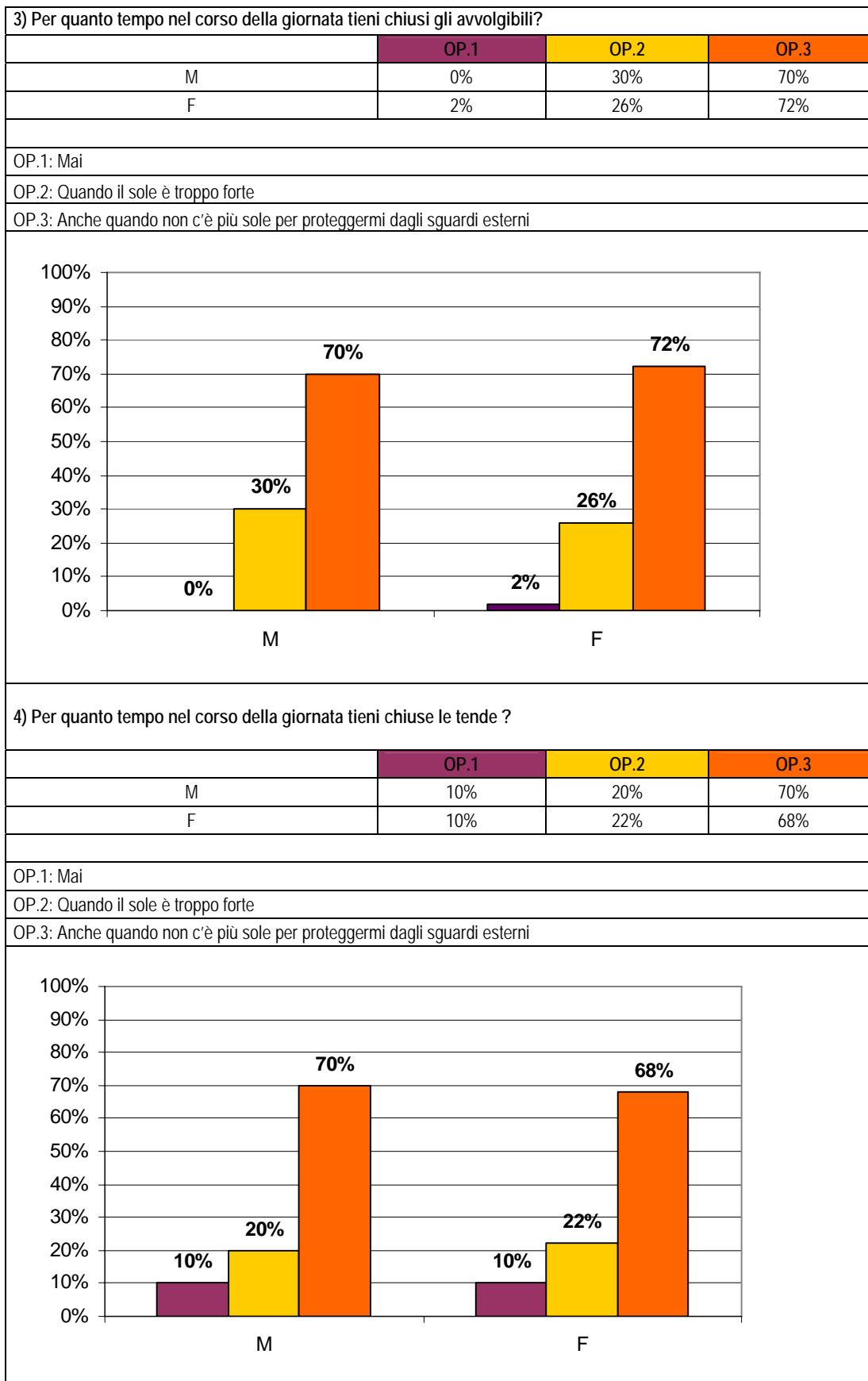


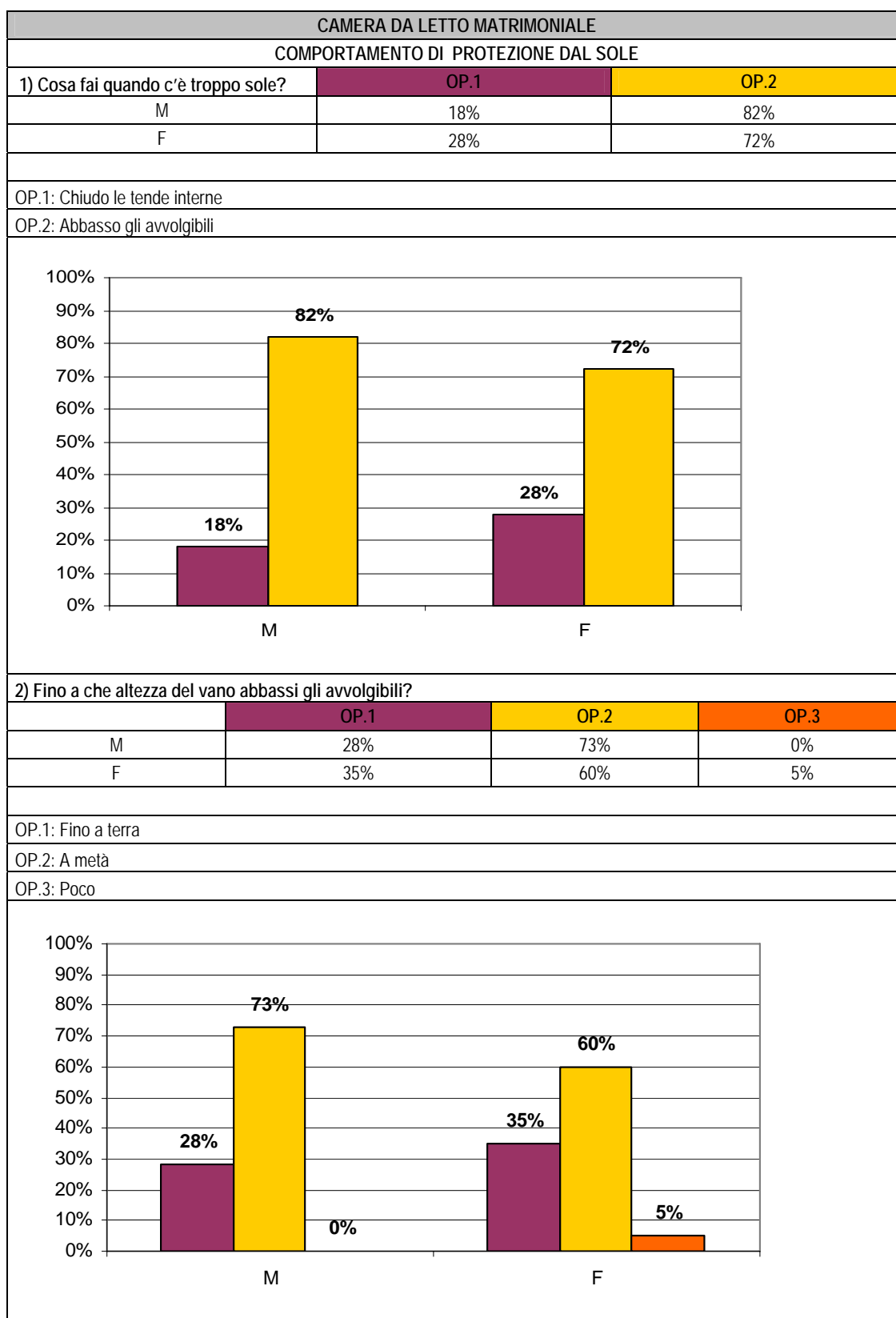




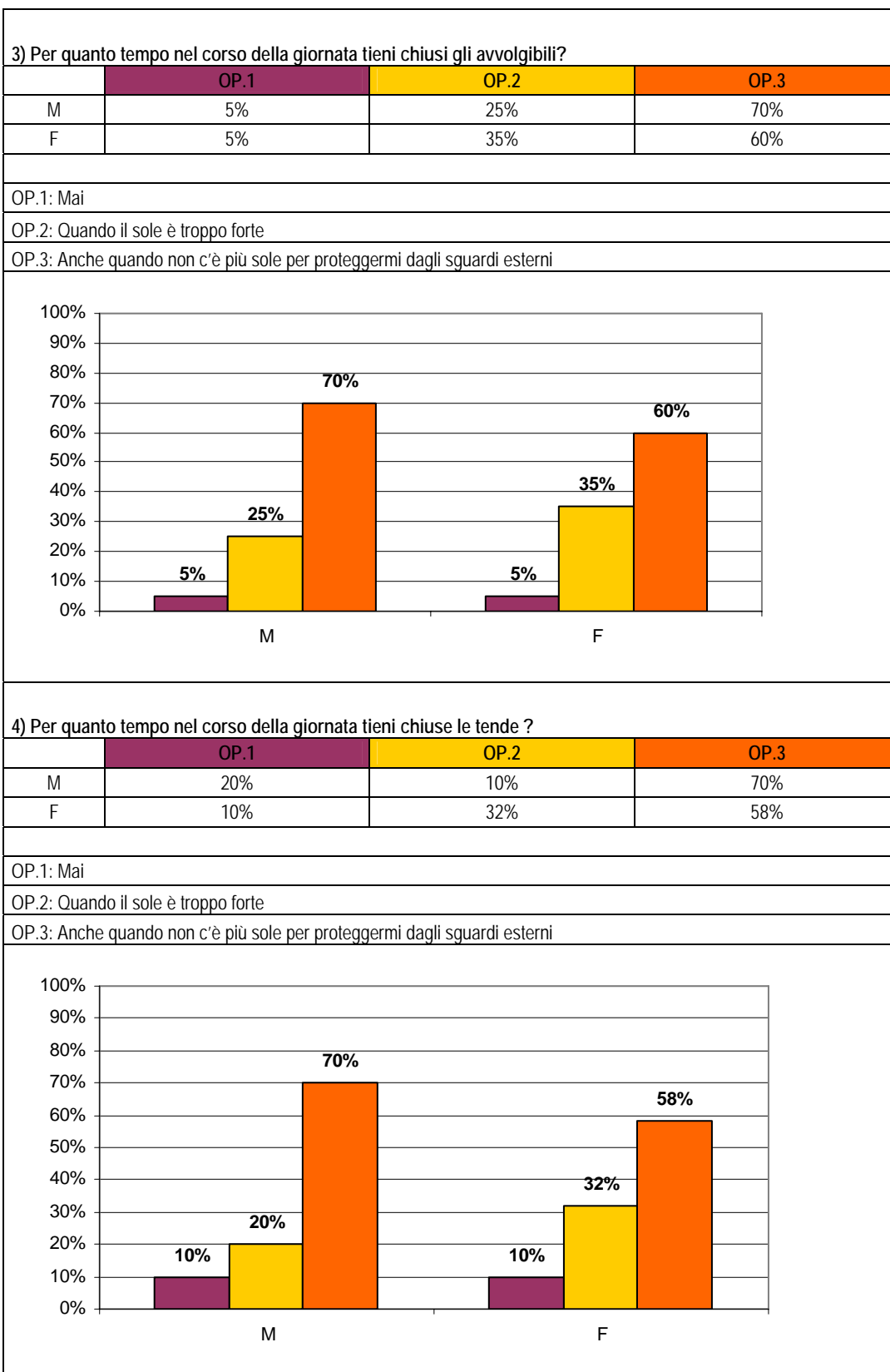


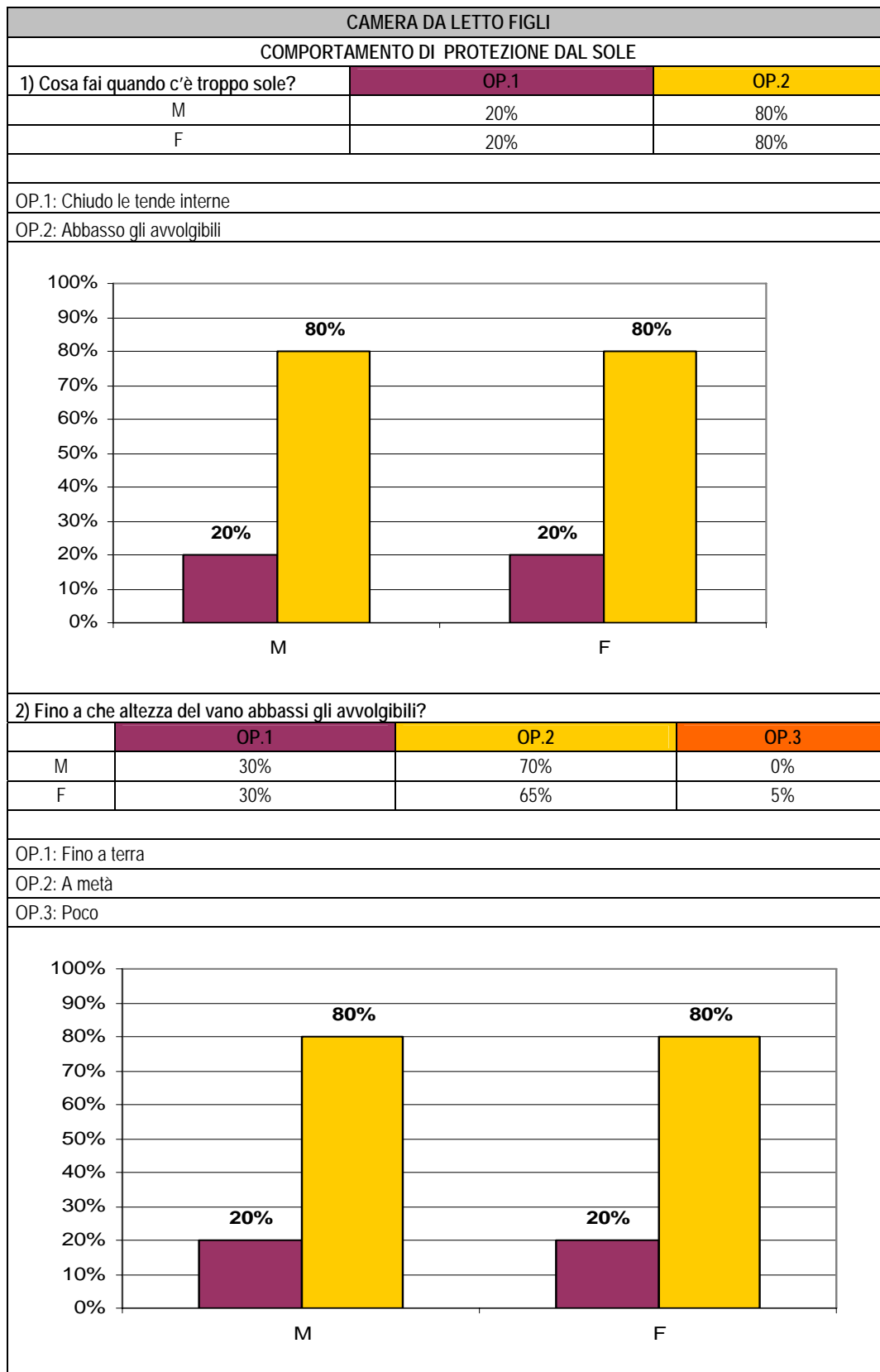


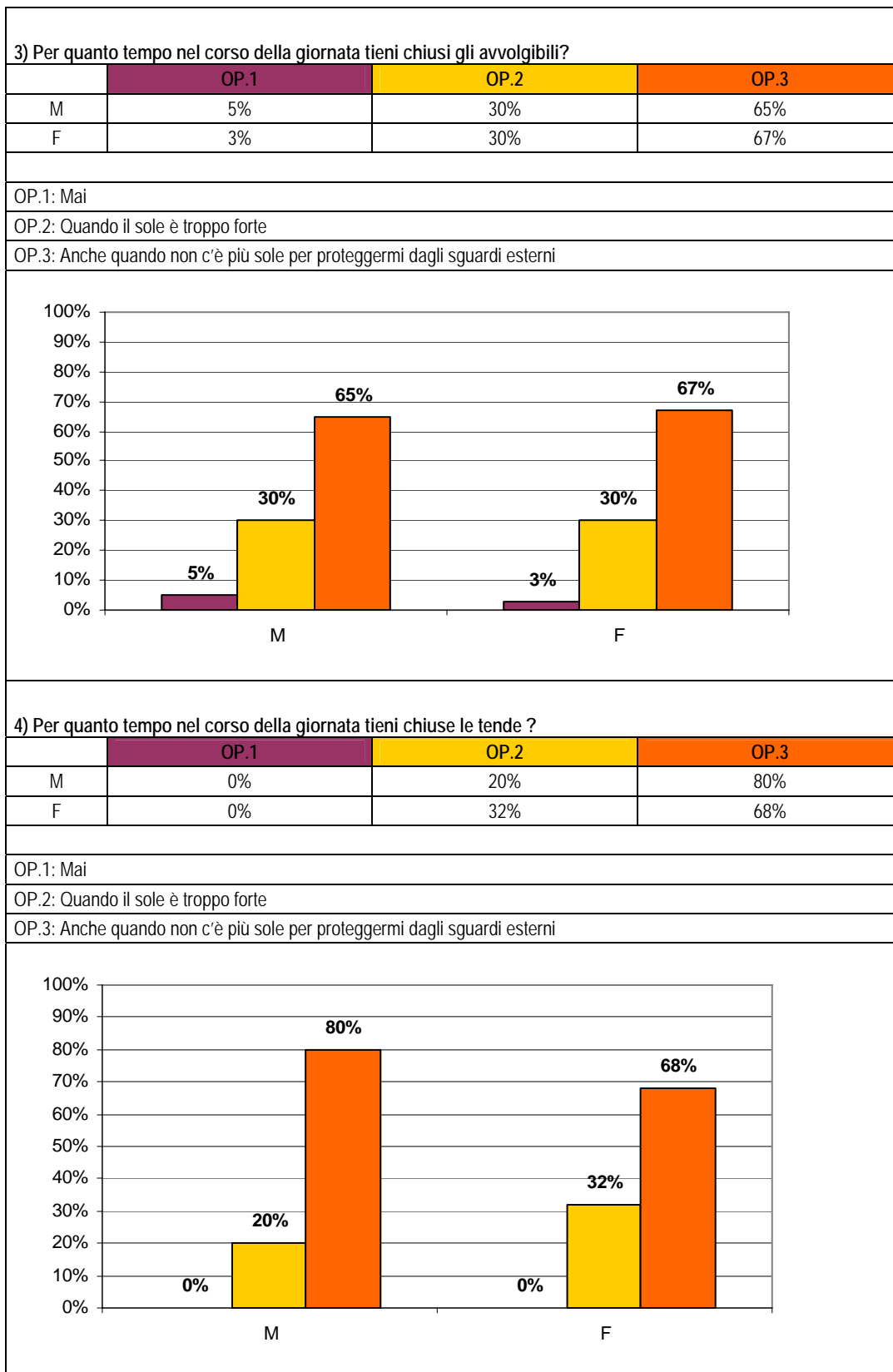


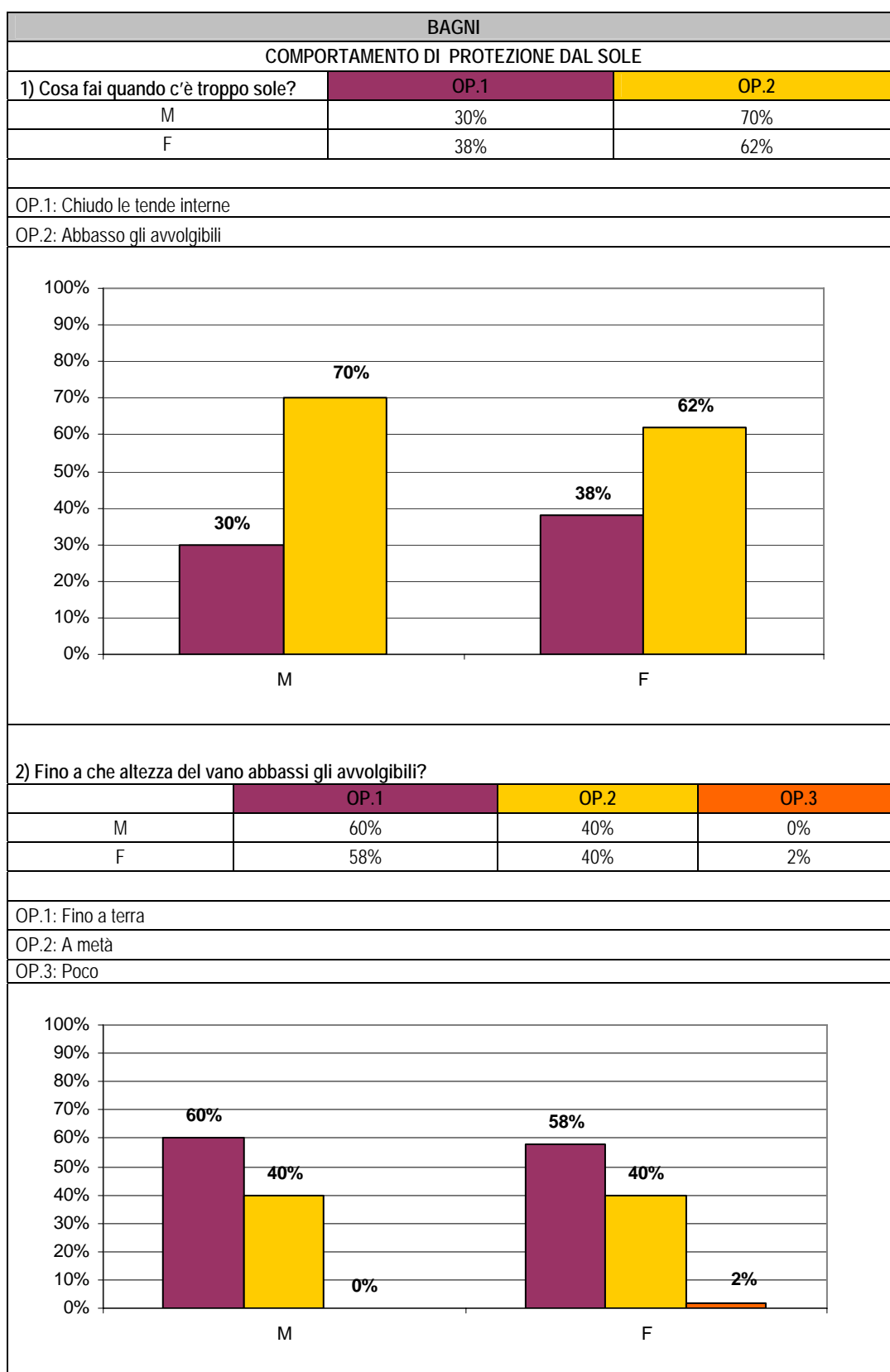


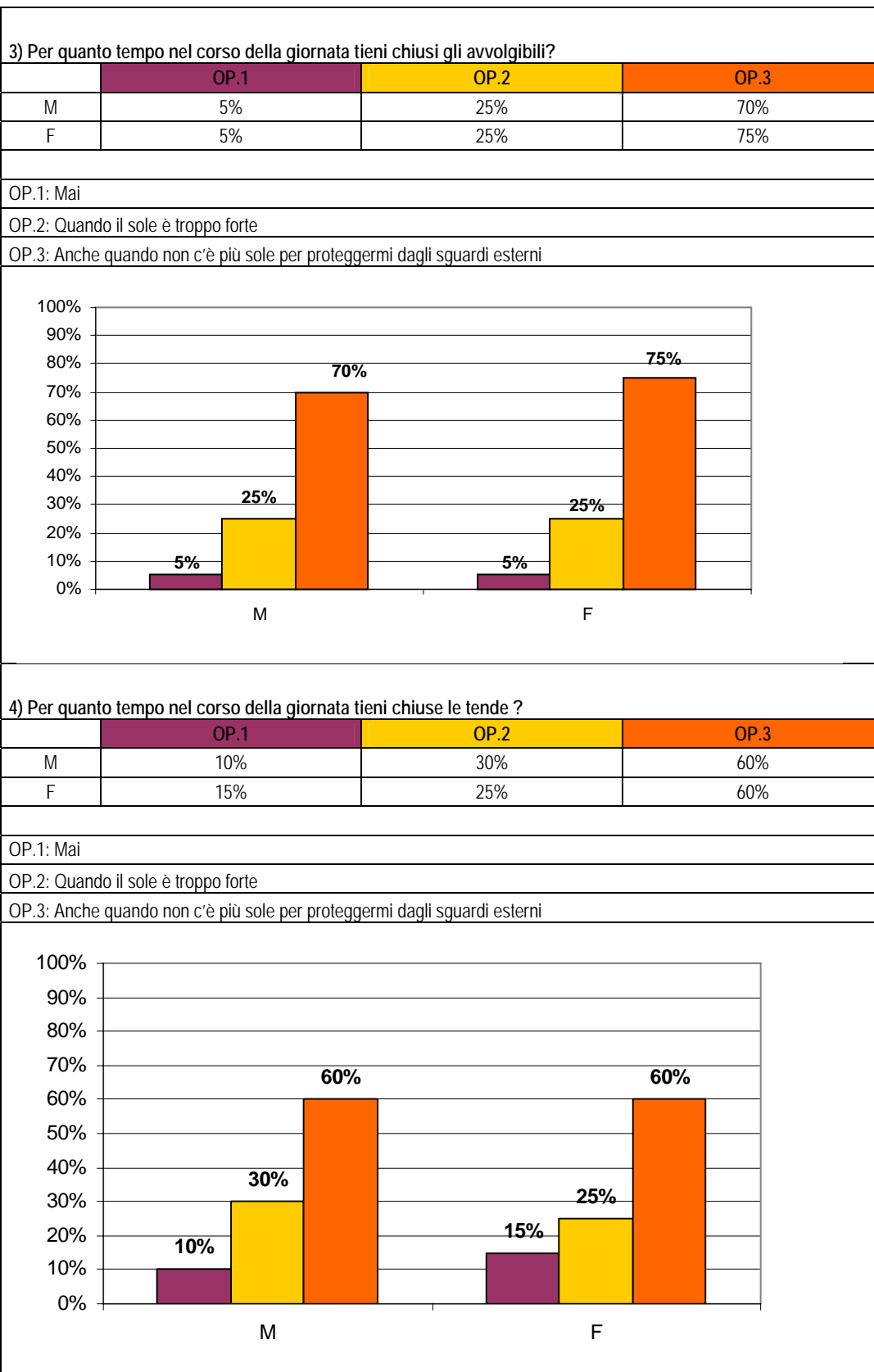


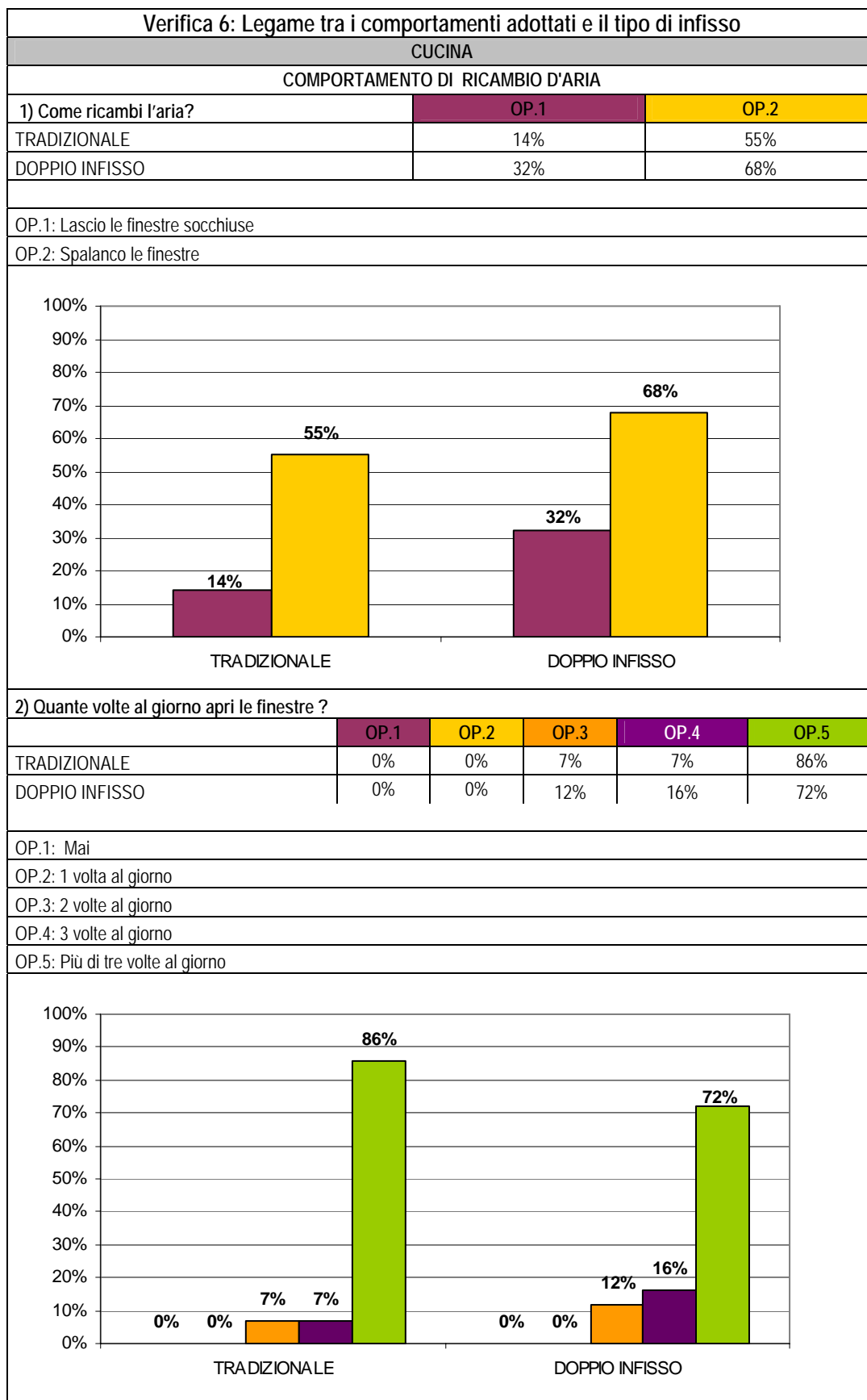




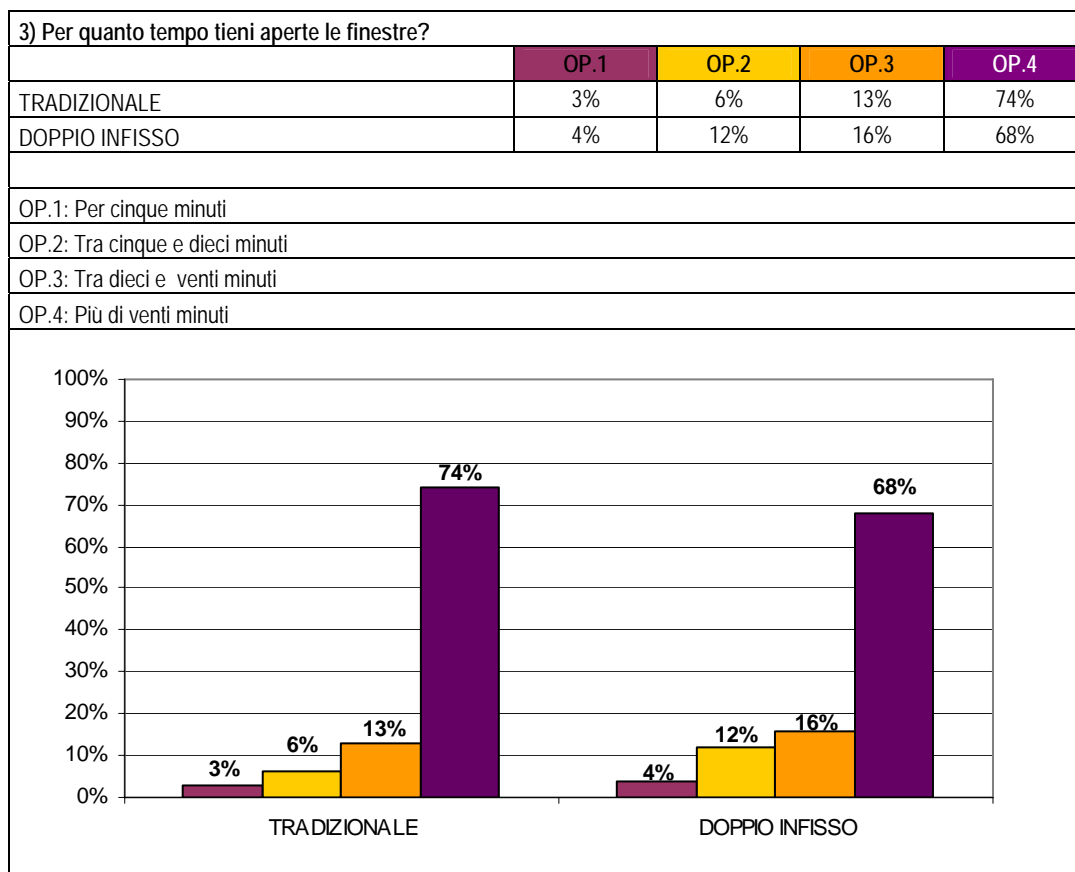


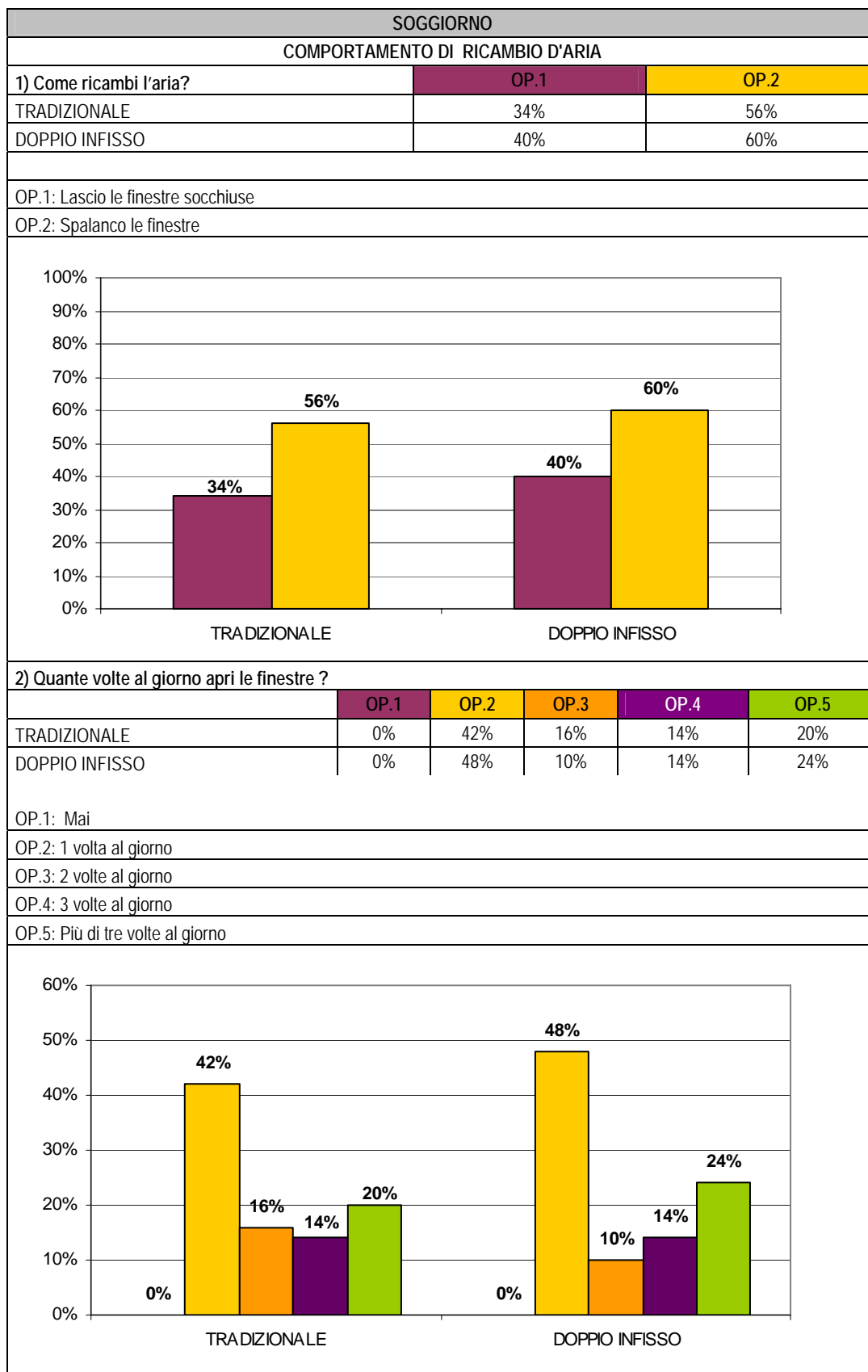


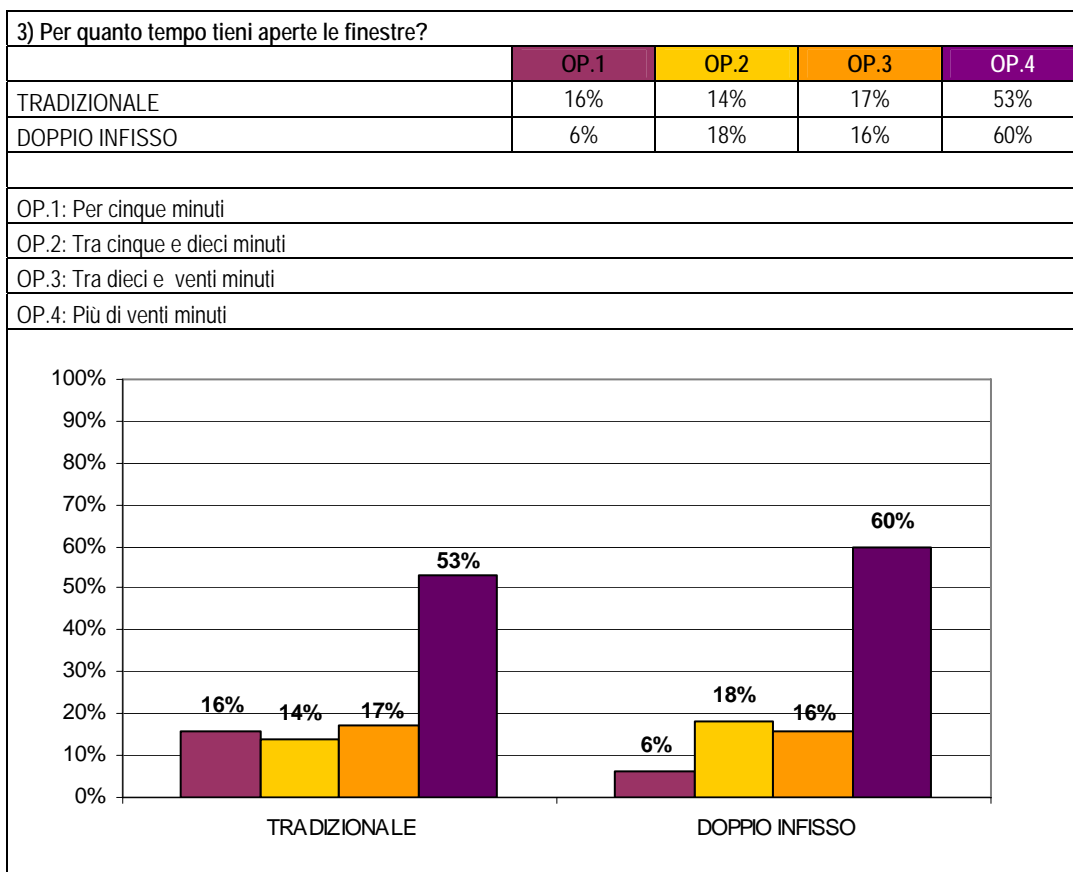


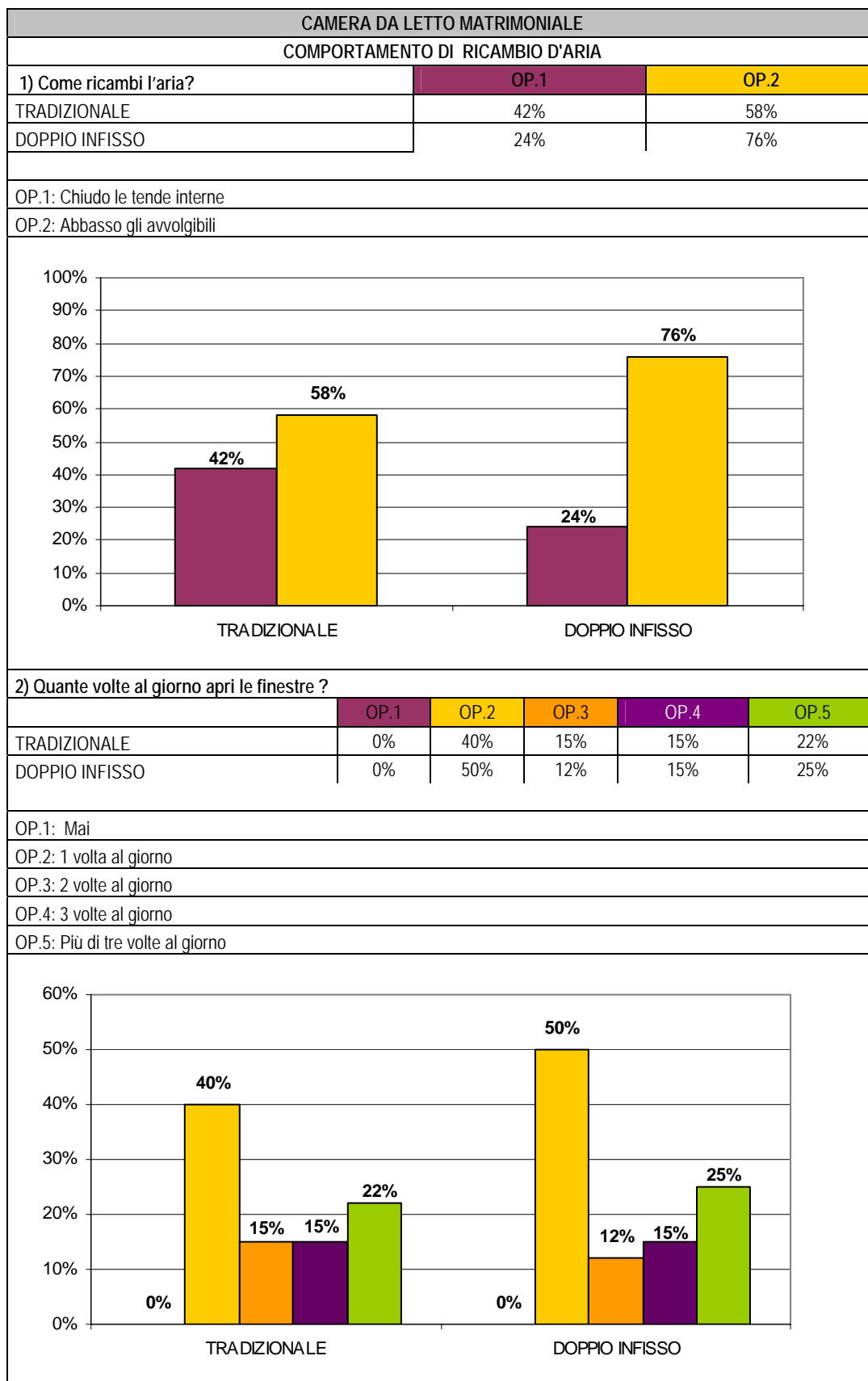


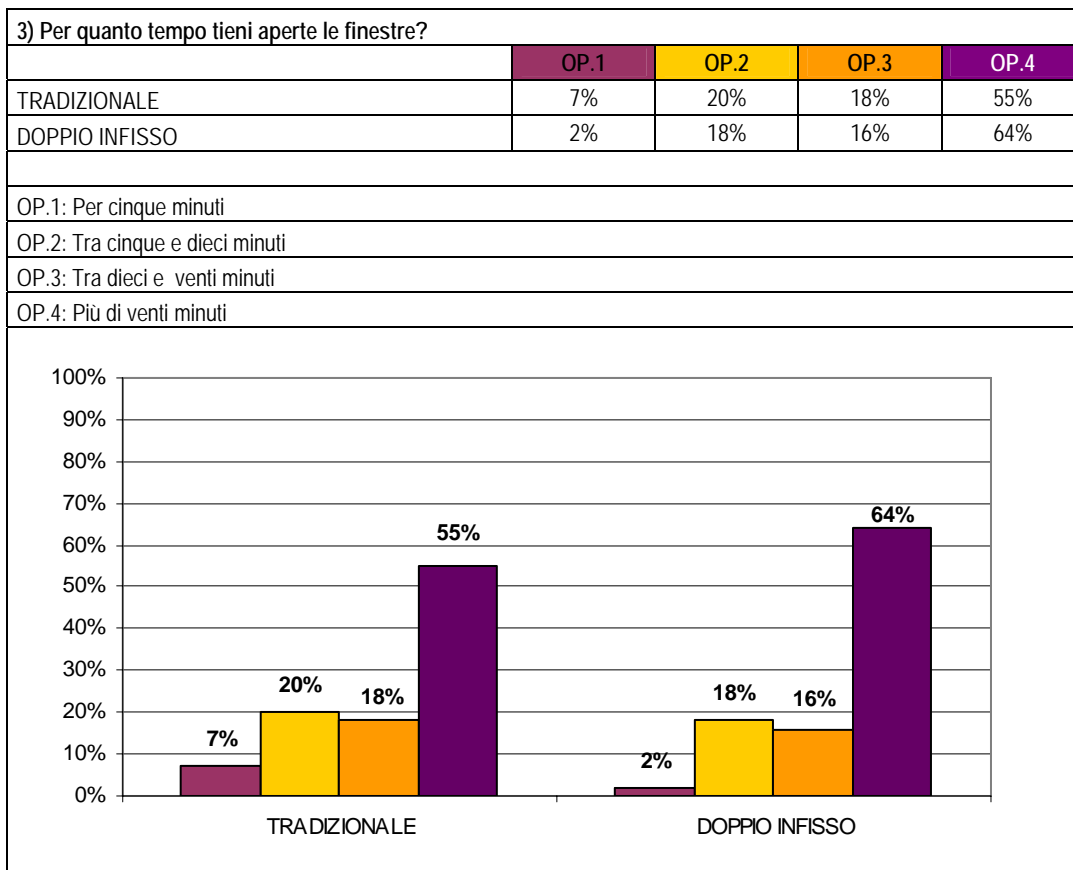


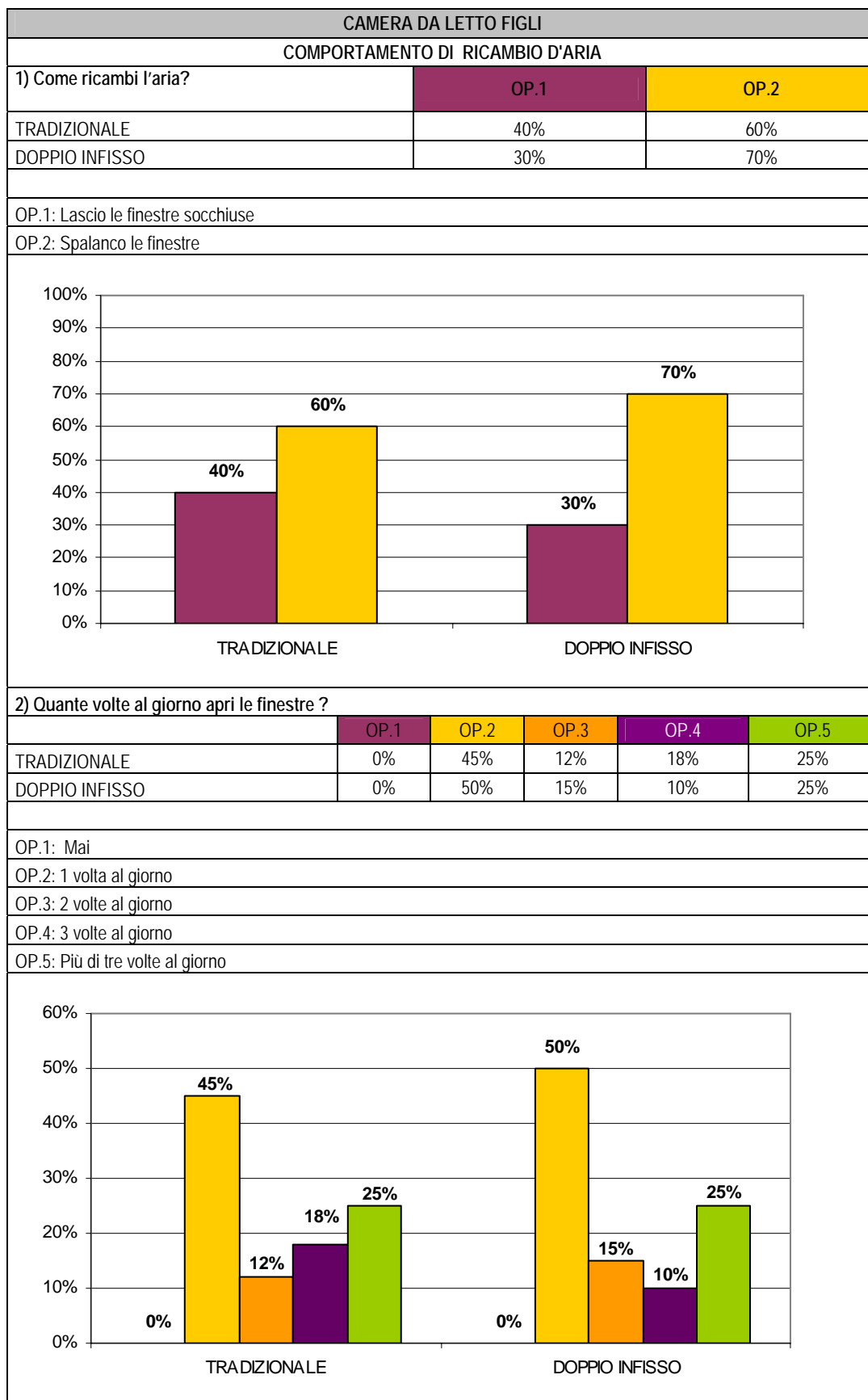




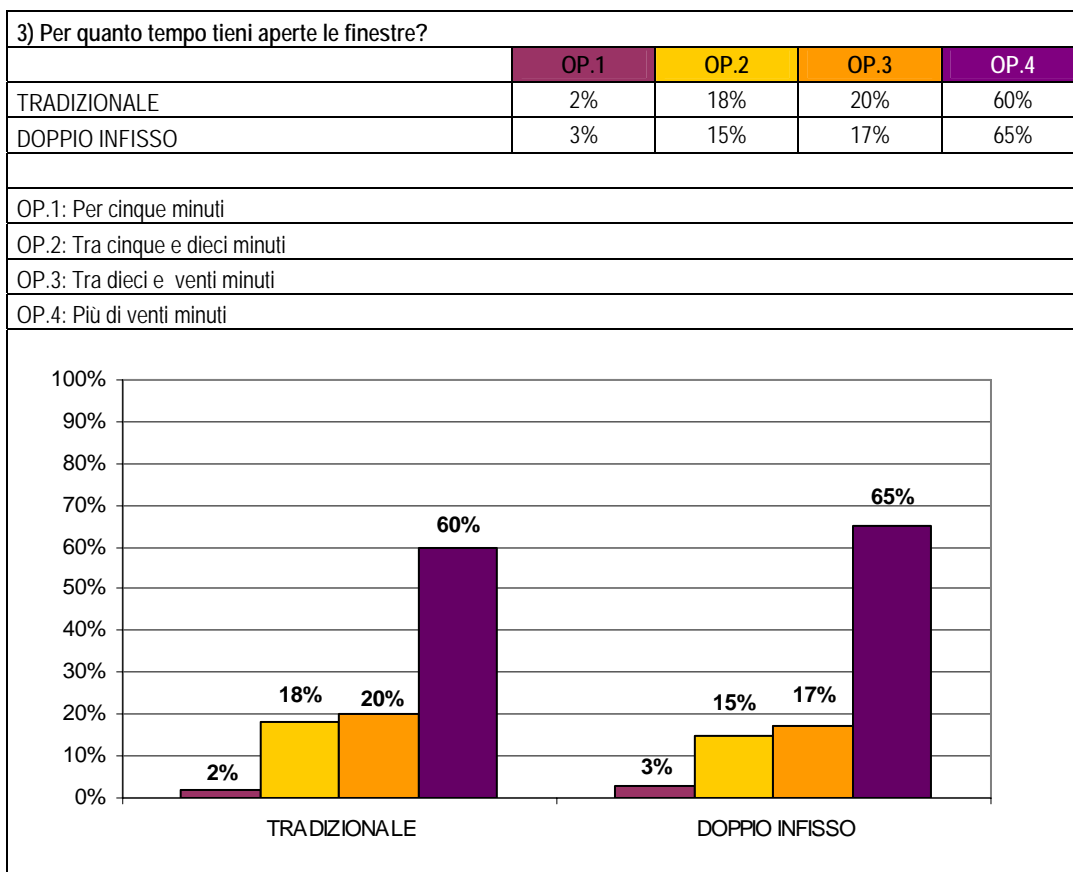


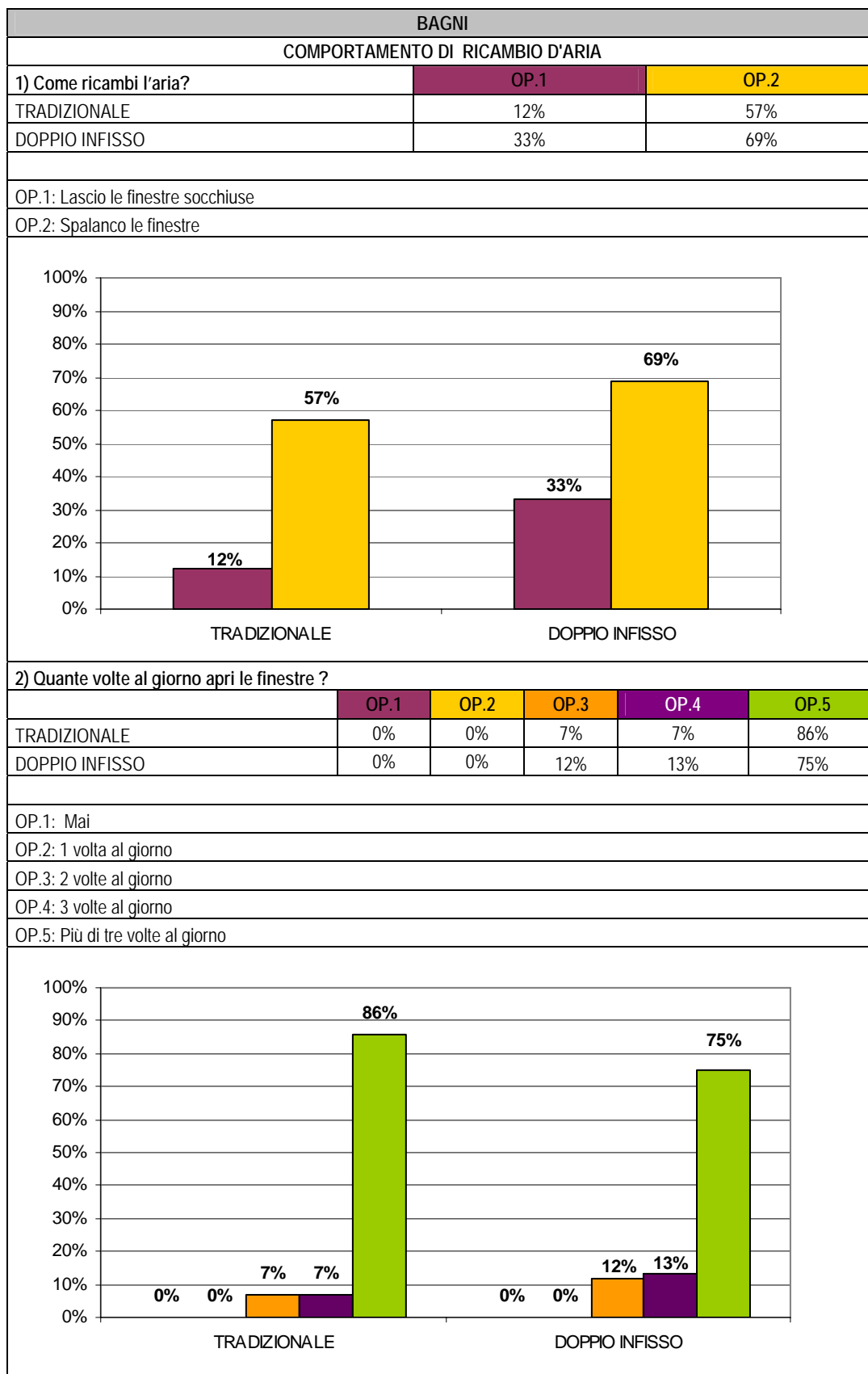


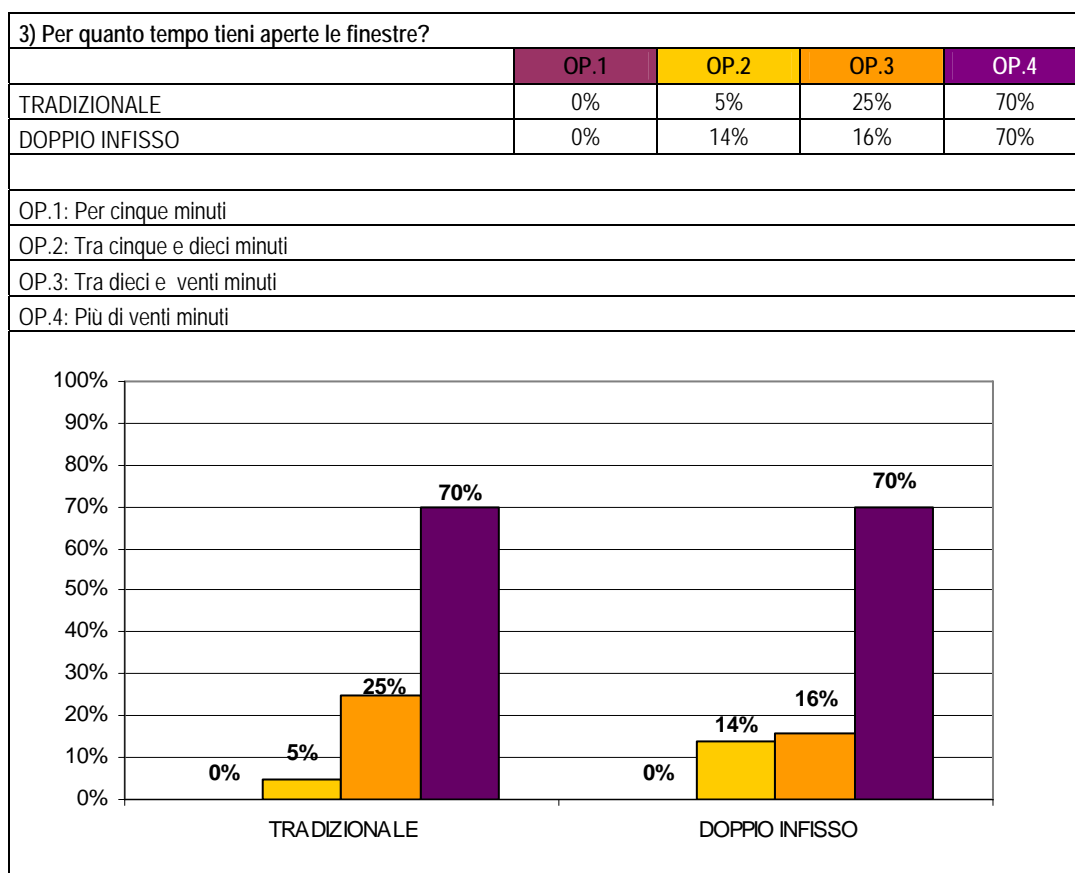












## II. Marchi di qualità

<b>Nome</b>	<b>DIN ISO 9001</b>
<b>Ente di certificazione e/o controllo</b>	Associazione per la Qualità dei profili di finestre in materiale plastico presso la Federazione Prodotti in Materiale Plastico
<b>Scopo</b>	L'assicurazione di qualità DIN ISO 9001 comprende tutti i settori aziendali: dalla progettazione alla produzione fino alla gestione e alla logistica. Tutti regolati da una serie di direttive che prescrivono controlli qualitativi già nelle singole fasi di produzione e attribuiscono particolare importanza all'ecologia.
<b>Verifiche qualitative</b>	marchio di qualità è integrato da certificati di collaudo emessi da istituti internazionali indipendenti, come p.es. l'Associazione per la Qualità dei profili di finestre in materiale plastico presso la Federazione Prodotti in Materiale Plastico

<b>Nome</b>	<b>Marchio di qualità RAL</b>
<b>Ente certificante</b>	Associazione per la difesa della qualità RAL
<b>Ente esterno supervisore</b>	Institut für Fenstertechnik di Rosenheim.



<b>Scopo</b>	Le finestre col marchio di qualità RAL garantiscono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• un serramento di lunga durata e quindi con un rapporto favorevole prezzo/prestazione</li> <li>• la riduzione al minimo dei costi di assistenza e di manutenzione</li> <li>• la salvaguardia dell'aspetto ecologico</li> <li>• l'inserimento a regola d'arte nella struttura edilizia</li> </ul>
<b>Verifiche qualitative</b>	Le caratteristiche delle quattro principali verifiche qualitative garantite del marchio sono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verifica e controllo dei singoli componenti</li> <li>• verifica dell'idoneità del sistema, delle finestre o delle porte, documentata dalla descrizione del sistema stesso e dai controlli effettuati</li> <li>• verifica, effettuata da parte di terzi, sul ciclo di produzione</li> <li>• verifica del ciclo di produzione dei serramenti attraverso un sistema di regolari controlli che assicura il massimo grado di qualità. Di questo "controllo diretto" si tiene accurata documentazione.</li> </ul> <p>Dopo tutte queste verifiche, la finestra deve ancora superare il controllo del banco di prova. Quest'ultima procedura, effettuata secondo criteri oggettivi ed unificati, ha lo scopo di attestare la completezza e la funzionalità del prodotto, nonché la tenuta alla pioggia battente e la permeabilità delle fughe.</p> <p>Il controllo consiste nel prelevare a caso un campione di finestra dal ciclo di produzione e nel sottoporlo, sul banco di prova, in primo luogo alla verifica della permeabilità delle fughe (con pressione dell'aria tra 150 e 600 Pa). Segue poi il test della tenuta alla pioggia battente.</p>
<b>Aziende aderenti al marchio</b>	ALPI Fenster ALUK GROUP SAVIO NAVELLO

<b>Nome</b>	<b>marchio di Qualità Q-ZERT</b>
<b>Ente certificante</b>	Istituto Europeo della Tecnica Edile ift Rosenheim
<b>Scopo</b>	I principi di certificazione dei prodotti-finestre con Marchio di Qualità Europeo ift-ZERT, elaborati da ift Rosenheim sono basati sull'insieme di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• requisiti tecnici contenuti nella Norma Armonizzata EN 1435-1 confermati dagli esiti delle analisi delle soluzioni di costruzione del datore del sistema</li> <li>• segno di Qualità RAL attestante l'alta qualità del profilo prodotto con requisiti definiti da ISO 9001 relativi all'organizzazione della produzione e preparazione della produzione e assistenza della ditta.</li> </ul>

## II. Marchi di qualità

Questo significa che la strada conducente all'attribuzione del Marchio Europeo di Qualità ift Q-ZERT è composta da alcune tappe obbligatorie.

Il Marchio di Qualità ift Q-ZERT attesta che le finestre prodotte dalla ditta sottoposta al controllo presentano i requisiti della classe suprema nell'ambito delle proprietà meccaniche:

- resistenza ai carichi del vento secondo EN 12210 – classe C2/B4
- tenuta d'acqua piovana EN 12208 – classe 9A
- tenuta di trasmissione d'aria secondo EN 12207 – classe 4

Veka

**Aziende aderenti  
al marchio**

**Nome**

**marchio CE**

**Ente certificante**

Autocertificazione

**Scopo**

Dal 1° gennaio 2006 per i costruttori di serramenti è diventato obbligatorio applicare il marchio CE. su finestre e porte esterne senza riferimento alla posa in opera.

Il Marchio CE non è un marchio di qualità ma una Attestazione di conformità, esso indica che il prodotto è conforme a tutti i requisiti riportati nella direttiva relativa (DPR 21/04/93 n° 246 prEN 14351/1 "Windows and external pedestrian doors - Product standard" è la norma armonizzata a supporto della Direttiva 89/106 "Prodotti da Costruzione")

Per i costruttori di porte e finestre la marcatura CE prevede l'attestazione obbligatoria dei requisiti inerenti:

- Tenuta all'acqua - mediante la prova in laboratorio (norma EN 1027)
- Resistenza al vento - mediante prova in laboratorio (norma EN 12211)
- Permeabilità all'aria - mediante la prova in laboratorio (norma EN 1026)
- Resistenza termica - mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma EN ISO 10077-1 oppure 10077-2 o in alternativa con la prova in Laboratorio (norma EN ISO 12657-1)
- Prestazione acustica - mediante procedimento di calcolo o in alternativa con la prova in laboratorio (norma EN ISO 140-3)
- Proprietà radiative delle vetrazioni: mediante i procedimenti di calcolo indicati dalla norma EN 410 oppure prEN 13363-1
- Resistenza all'urto - mediante la prova in laboratorio (progetto di norma prEN 13049)

Sarà il produttore stesso a decidere i livelli prestazionali (qualora non sussistano preesistenti specifiche normative nazionali o progettuali) su serramenti campione rappresentativi della produzione (di cui dovrà decidere la tipologia, la dimensione e le prestazioni da ottenere), secondo le metodologie indicate dalle norme europee di riferimento.

Il produttore potrà inoltre decidere gli ulteriori requisiti volontari di efficienza meccanica del prodotto (secondo le norme) da applicare nell'etichettatura come :


- Sforzi di manovra - ( EN 12046-1 - PrEN 947-1)
- Resistenza meccanica - (PrEN 948-1)
- Resistenza ai proiettili - (EN1523)
- Resistenza alle esplosioni - (EN 13124-1 - PrEN 13123-2)
- Durabilità meccanica - (EN 1191)
- Resistenza alle effrazioni - (ENV 1628/1629/1630)

Una volta effettuate le prove sui campioni e ottenuta la verifica di conformità alla norma, il serramentista dovrà dotarsi di un Piano di Controllo della Produzione che garantisca il trasferimento delle caratteristiche di quanto testato sull'intera produzione

## Marchi di qualità: serramenti in acciaio e alluminio

<b>Nome</b>	<b>MARCHI DI QUALITÀ QUALANOD – QUALITY LABEL FOR ANODIC OXIDE COATINGS ON WROUGHT ALUMINIUM FOR ARCHITECTURAL PURPOSES</b>
<b>Ente di certificazione e/o di controllo</b>	QUALITAL (organismo di certificazione accreditato dal Sincert che dal 1975 opera nella Certificazione di Prodotto.)
<b>Scopo</b>	QUALANOD è un marchio di qualità che ha lo scopo di mantenere e promuovere la qualità dell'alluminio anodizzato e delle sue leghe per applicazioni architettoniche.
<b>Verifiche qualitative</b>	A garanzia della durata nel tempo e della resistenza agli agenti atmosferici dello strato di ossido vengono effettuati, durante il ciclo di ossidazione anodica controlli sia sul processo di produzione, sia sul prodotto secondo quanto previsto dalle Direttive del Marchio di Qualità QUALANOD. Tra questi i controlli più importanti sono: 1) Il controllo della temperatura, concentrazione e del pH delle soluzioni utilizzate durante il processo. 2) Il controllo dell'aspetto e spessore dello strato di ossido anodico, secondo la normativa EN ISO 2360 3) Il controllo della qualità del fissaggio dello strato di ossido anodico, secondo la normativa EN ISO 3210.
<b>Aziende aderenti al marchio</b>	SCHÜCO INTERNATIONAL ITALIA METRA HYDRO BUILDING SYSTEMS SAPA PROFILI ALUK GROUP Spa SAVIO GASTALDELLO SISTEMI Spa ALL.CO Spa

<b>Nome</b>	<b>MARCHI DI QUALITÀ QUALICOAT</b>	
<b>Ente di certificazione e/o di controllo</b>	QUALICOAT ASSOCIATION OF QUALITY CONTROL IN THE LACQUERING, PAINTING AND COATING INDUSTRY	
<b>Scopo</b>	Lo scopo del QUALICOAT è quello di fornire delle regole pratiche per garantire la qualità sull'alluminio verniciato. Per raggiungere tale obiettivo, il QUALICOAT si impegna a: - stabilire delle specifiche sui processi, prodotti e prove da effettuare negli impianti di verniciatura - rilasciare delle licenze agli impianti di verniciatura che utilizzano il marchio di qualità - monitorare la corretta applicazione delle specifiche negli impianti di verniciatura dei licenziatari.	
<b>Aziende aderenti al marchio</b>	SCHÜCO INTERNATIONAL ITALIA METRA SAPA PROFILI ALUK GROUP Spa SAVIO	


<b>Nome</b>	<b>MARCHI DI QUALITÀ QUALITHERM</b>	
<b>Ente di certificazione e/o controllo</b>	QUALITAL	
<b>Scopo</b>	QUALITHERM è un marchio di qualità per i profilati in lega di alluminio "a taglio termico" per serramenti. Per profilato a taglio termico si intende un profilato in cui le parti metalliche, interna ed esterna, sono collegate tra loro da un materiale plastico che costituisce il "taglio termico", ossia interrompe il flusso termico che si avrebbe nel profilato completamente metallico. L'elemento plastico è fissato alle parti metalliche mediante rullatura (con o senza l'ausilio di adesivi) e contribuisce alla	



Verifiche qualitative	<p>resistenza meccanica dell'insieme. Le direttive tecniche del marchio QUALITHERM specificano i requisiti minimi per le materie prime, per le apparecchiature di laboratorio e per il prodotto finito. Per l'attribuzione della licenza devono essere soddisfatti i seguenti requisiti preliminari del profilato a taglio termico (mediante attestazione di un laboratorio riconosciuto dal QUALITAL):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durabilità;</li> <li>- resistenza meccanica;</li> <li>- valutazione del fattore U;</li> <li>- comportamento all'idrolisi e/o all'acqua.</li> </ul> <p>Successivamente sarà eseguita una visita ispettiva che coprirà i seguenti punti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) controllo delle apparecchiature di laboratorio;</li> <li>2) verifica del registro del controllo della qualità del produttore;</li> <li>3) prelievo di n°2 campioni di profilati a taglio termico, su cui valutare la resistenza al taglio (T).</li> </ol> <p>Se i risultati della visita daranno risultato positivo, QUALITAL rilascerà un certificato di idoneità Tecnica.</p> <p>Dopo la concessione della licenza all'uso del marchio QUALITHERM, il produttore sarà controllato almeno due volte all'anno, con le stesse modalità adottate nella visita di concessione del marchio. Se i risultati della visita non fossero soddisfacenti, sarà eseguita entro un mese una nuova ispezione dei prodotti e dell'impianto.</p>
Aziende aderenti al marchio	<p>METRA ALUK GROUP Spa ALL.CO Spa</p>
<p>Nome Ente di certificazione e/o controllo Scopo</p>	<div data-bbox="1150 1064 1414 1135" data-label="Image"> </div> <p><b>QUALISTEELCOAT</b> QUALITAL</p> <p>Scopo del QUALISTEELCOAT è di stabilire delle regole per i verniciatori che applicano rivestimenti protettivi sull'acciaio.</p> <p>Le Specifiche tecniche del marchio QUALISTEELCOAT si basano su Categorie di corrosività atmosferica secondo quanto previsto dalla norma ISO 12944-2. La norma ISO 12944 (parti da 1 ad 8) contiene riferimenti alla verniciatura con vernici liquide. In aggiunta a tale norma, il QUALISTEELCOAT ha redatto delle Specifiche tecniche che introducono i sistemi di verniciatura in polvere.</p> <p>I punti fondamentali su cui si basano tali Specifiche sono :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Controllo dei differenti processi utilizzati per la protezione dell'acciaio</li> <li>2- Autocontrollo del verniciatore (in relazione con il punto 1)</li> <li>3- Prestazioni del sistema di verniciatura in relazione alla Categoria di Corrosività</li> <li>4- Visite di controllo dei licenziatari</li> </ol>
<p>Nome Ente di certificazione e/o controllo Scopo</p>	<p><b>Marchio UNI-CSICERT</b> UNCASAAL (promotore) CSICERT (controllo)</p> <p>Specifico per i serramenti metallici, si tratta di un marchio di Qualità di natura volontaria, rilasciato da Uni, che attesta la rispondenza delle prestazioni dei serramenti metallici nei confronti dei requisiti di resistenza al vento, tenuta all'acqua, permeabilità all'aria e resistenza meccanica, in base alle attuali norme Uni.</p>
Verifiche qualitative	<p>Il marchio serve ai costruttori di serramenti metallici per dimostrare al mercato, in modo non autoreferenziale, la qualità dei propri prodotti per mezzo di prove di laboratorio e controlli in azienda eseguiti da terza parte indipendente</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Approvazione del fabbricante: gli stabilimenti sono attentamente esaminati dagli ispettori che devono assicurare che il personale e le apparecchiature siano idonee a garantire il controllo qualità del prodotto.</li> </ol>

2. Approvazione di uno specifico modello: su ogni prodotto l'organismo di certificazione provvede a condurre le prove di laboratorio necessarie. Il fabbricante è autorizzato all'uso del Marchio solo sui prodotti che superano le prove.

Controllo della produzione: il fabbricante deve garantire, secondo un piano di controlli prestabilito, che prevede prove di laboratorio, che la produzione sia sempre conforme alle norme di riferimento. L'organismo di certificazione verifica che le prove ed i controlli siano state correttamente eseguite e ripete, per maggiore garanzia, tutte o parte delle prove previste, presso propri laboratori su campioni prelevati a caso in azienda o sul mercato.

<b>Nome</b>	<b>Marchio di Qualità Steel Quality</b>	
<b>Ente di certificazione e/o controllo</b>	Secco Sistemi	
<b>Scopo</b>	Il marchio garantisce la competenza, l'accuratezza e la serietà del serramentista nella produzione di finestre in metallo.	
<b>Verifiche qualitative</b>	Per ottenerlo ed essere riconosciuti tra i Serramentisti di qualità certificata Secco Sistemi, occorre dimostrare parametri ineccepibili di procedure e serietà, frequentare i corsi di aggiornamento e formazione e collezionare credenziali da parte dei committenti.	
<b>Aziende a marchio</b>	SECCO SISTEMI IVL	

#### Marchi di qualità: serramenti in legno

<b>Nome</b>	<b>Marchio di Qualità Superlegno</b>
<b>Ente esterno</b>	Istituto di Fisica NIISF dell'Accademia di Architettura e Scienze delle Costruzioni RAABS di Mosca
<b>Scopo</b>	Il marchio di qualità Superlegno assicura che i prodotti siano conformi alle vigenti norme nazionali, europee ed internazionali relative a: permeabilità all'aria; tenuta all'acqua; resistenza al vento; sforzi di manovra; resistenza alla torsione statica e dinamica; resistenza alla deformazione nel piano dell'anta. Il Marchio assicura, inoltre, la costanza nel tempo dello standard qualitativo dei prodotti. La Certificazione GOST, rilasciata dall'Università di Mosca, garantisce che i serramenti, sono in grado di superare 5000 ore di freddo all'anno mantenendo inalterati i requisiti di tenuta all'acqua, trasmissione termica, resistenza al vento, abbattimento acustico, resistenza alle torsioni indicate dalle severe norme GOST.
<b>Verifiche qualitative</b>	Verifiche periodiche e prove di laboratorio vengono effettuate, su campioni prelevati casualmente, dall'azienda presso il proprio laboratorio interno e da tecnici aderenti a specializzati organismi di certificazione.
<b>Aziende aderenti al marchio</b>	Pb Industriale

#### Marchi di qualità: Serramenti in Pvc

<b>Nome</b>	<b>marchi di qualità SiPvc</b>	
<b>Ente certificante</b>	Centro di informazione sul Pvc	
<b>Scopo</b>	Una certificazione per serramenti e avvolgibili che tutela il consumatore finale, garantendo la qualità e l'eco-compatibilità del prodotto. Lo scopo è infatti promuovere la qualità degli infissi in Pvc nel rispetto delle norme in vigore e la compatibilità ambientale, al fine di tutelare il consumatore finale. Criteri da rispettare: sviluppo di formulazioni esenti da piombo e, ove possibile, utilizzare compound dotati di marchio "G Compound" qualità: viene garantita l'idoneità dei serramenti che rispettano le performances tecniche previste dalle norme UNI EN 12608 e UNI EN 14351-1 con certificazione di ente terzo e sistema di controllo produzione secondo quanto previsto da norma ISO 9000 o equivalente;	

Aziende aderenti al marchio	<p>ambiente: l'azienda che produce serramenti si impegna al riutilizzo di tutti i propri scarti di produzione e a indirizzare a riciclo tutti i serramenti recuperati a fine vita.</p> <p>Gruppo Serramenti e Avvolgibili del Centro di informazione sul Pvc</p>
<p>Nome Ente di certificazione e/o controllo Scopo</p>	<p><b>Marchio UNI-IPP</b></p> <p>UNI e IIP - Istituto Italiano dei Plastici</p> <p>Specifico per i serramenti in PVC, si tratta di un marchio di Qualità di natura volontaria, rilasciato da Uni, che attesta la rispondenza delle prestazioni dei serramenti in PVC nei confronti dei requisiti di resistenza al vento, tenuta all'acqua, permeabilità all'aria e resistenza meccanica, in base alle attuali norme Uni.</p>
Verifiche qualitative	<p>La procedura è divisa in tre fasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Approvazione del fabbricante: gli stabilimenti sono attentamente esaminati dagli ispettori che devono assicurare che il personale e le apparecchiature siano idonee a garantire il controllo qualità del prodotto.</li> <li>2. Approvazione di uno specifico modello: su ogni prodotto l'organismo di certificazione provvede a condurre le prove di laboratorio necessarie. Il fabbricante è autorizzato all'uso del Marchio solo sui prodotti che superano le prove.</li> <li>3. Controllo della produzione: il fabbricante deve garantire, secondo un piano di controlli prestabilito, che prevede prove di laboratorio, che la produzione sia sempre conforme alle norme di riferimento. L'organismo di certificazione verifica che le prove ed i controlli siano state correttamente eseguite e ripete, per maggiore garanzia, tutte o parte delle prove previste, presso propri laboratori su campioni prelevati a caso in azienda o sul mercato.</li> </ol>



## Marchi di qualità: vetro

<p>Nome Tipologia Ente di certificazione e/o controllo</p>	<p><b>Keymark</b></p> <p>Marchio di conformità Europeo</p> <p>CEN (European Committee for Standardization) e del CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) o organismi di certificazione autorizzati dal CEN, per l'Italia l'UNI</p> <p>E' un Marchio di conformità volontario gestito da organismi di terza parte che fornisce l'assicurazione che un prodotto è conforme ai requisiti indicati nelle norme europee emesse dal CEN e dal CENELEC. Tale marchio può essere utilizzato da solo o in combinazione con i marchi nazionali. Il Keymark è quindi il simbolo dell'"europeizzazione" dei marchi nazionali ed in alcuni casi costituisce un passo verso l'armonizzazione degli schemi di certificazione nazionali. Esso aumenta la fiducia nei marchi dei vari paesi europei e l'accettazione di un livello equivalente di qualità degli schemi di certificazione nazionali.</p>
Verifiche qualitative	<p>Il Keymark si propone quindi di diventare il simbolo dei prodotti europei di qualità.</p> <p>Il marchio riguarda alcuni prodotti tra cui i Vetri per edilizia</p> <p>Il processo di certificazione per l'ottenimento del Keymark richiede una procedura equivalente a quella prevista per il Marchio UNI:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Approvazione del fabbricante: gli stabilimenti sono attentamente esaminati dagli ispettori che devono assicurare che il personale e le apparecchiature siano idonee a garantire il controllo qualità del prodotto.</li> <li>2. Approvazione di uno specifico modello: su ogni prodotto per il quale il fabbricante richiede il Keymark, l'organismo di certificazione provvede a condurre le prove di laboratorio necessarie. Il fabbricante è autorizzato all'uso del Marchio solo sui prodotti che superano le prove.</li> <li>3. Controllo della produzione: il fabbricante deve garantire, secondo un piano di controlli prestabilito, che prevede prove di laboratorio, che la produzione sia sempre conforme alle norme di riferimento. L'organismo di certificazione verifica che le prove ed i controlli siano state correttamente eseguite e ripete, per maggiore garanzia, tutte o parte delle prove previste, presso propri laboratori su campioni prelevati a caso in azienda o sul mercato.</li> </ol>

**Marchi di qualità: accessori per serramenti**



**Nome** QUALIGASKET

**Ente di certificazione** QUALITAL

**e/o controllo**

**Scopo**

QUALIGASKET è un marchio di qualità per le guarnizioni destinate ad applicazioni in edilizia (uso interno ed esterno) che viene rilasciato ai produttori. Le guarnizioni possono essere a base di Elastomero EPDM (o EPM), Elastomero VMQ (o Silicone), Termoplastico (PVC), Gomma Termoplastica (TPV).

**Verifiche qualitative**

Le direttive tecniche del marchio QUALIGASKET specificano i requisiti minimi per le apparecchiature di laboratorio, per l'impianto e per il prodotto finito.

Per conseguire la licenza devono essere effettuate due ispezioni che copriranno i seguenti punti: controllo delle apparecchiature di laboratorio; controllo dell'impianto e delle relative strumentazioni; controllo del prodotto finito.

Durante la visita all'impianto saranno prelevati almeno due tipi di guarnizioni diverse da sottoporre a verifica della qualità superficiale, delle tolleranze dimensionali, della durezza e della massa volumica.

Le stesse verifiche saranno eseguite anche su altre due guarnizioni prelevate dall'archivio dei campioni collaudati. Dopo la concessione della licenza all'uso del marchio QUALIGASKET, il produttore sarà controllato almeno due volte all'anno, con le stesse modalità adottate nelle visite di concessione del marchio. Se i risultati della visita non fossero soddisfacenti, sarà eseguita entro un mese una nuova ispezione dei prodotti e dell'impianto.

**Aziende aderenti al marchio**

METRA

ALUK GROUP Spa

**Nome**

**Ente di certificazione**

**e/o controllo**

**Scopo**

**Marchio Qualital EN 12365**

QUALITAL



QUALITAL ha avviato nel 2008 la concessione del Marchio Qualital EN12365 per le guarnizioni destinate all'edilizia conformi ai requisiti delle norme EN 12365. La norma EN12365 è composta da quattro parti:

Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione

Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione

Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico

Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

Le prove stabilite nelle Parti 2/3/4 della norma EN 12365 consentono di definire le prestazioni meccaniche ed elastiche delle guarnizioni per serramenti, in funzione del campo di lavoro e dell'escursione termica previste in esercizio. Poi, come indicato nella Parte 1 della norma EN 12365, le funzioni e le prestazioni di ciascuna guarnizione sono identificate con uno specifico "codice" di 6 cifre che rappresenta una sorta di "carta d'identità" del prodotto, riconosciuta a livello europeo.

**Verifiche qualitative**

Visita iniziale presso l'Unità produttiva principale e Laboratorio per verificare:

- tipologia ed estensione dei controlli effettuati sulle materie prime, in produzione e sul prodotto finito;

- tipologia ed estensione dei controlli effettuati sugli impianti;

- attrezzature utilizzate per i controlli e relative registrazioni.

Nel corso della visita saranno prelevati almeno 3 tipi di guarnizioni che hanno superato il collaudo interno aziendale, da sottoporre alle prove EN 12365-2 e EN 12365-3 presso il laboratorio QUALITAL. Entro 10 giorni dalla visita sarà comunicato l'esito del sopralluogo, con l'eventuale richiesta di azioni correttive per le attività gestionali risultate carenti. I risultati delle prove sui campioni prelevati durante la visita dovranno risultare conformi alle caratteristiche dichiarate; in caso contrario sarà necessario ripetere le prove su ulteriori campioni conservati dal produttore.

La Visita per la Concessione del Marchio sarà condotta con le seguenti modalità:

- verifica dei controlli effettuati sulle materie prime, in produzione e sul prodotto finito;

- verifica delle attrezzature utilizzate per i controlli e relative registrazioni;

## II. Marchi di qualità

- verifica dei controlli effettuati sugli impianti;
- inoltre, saranno verificate le attività che erano risultate carenti nella visita precedente. Anche in questa occasione saranno prelevati almeno 3 tipi di guarnizioni che hanno superato il collaudo interno aziendale, da sottoporre alle prove EN 12365-2 e EN 12365-3 presso il laboratorio QUALITAL. Se l'esito di quest'ultima visita sarà positivo, verrà accordata l'autorizzazione ad utilizzare il marchio di qualità QUALITAL EN12365.



**Nome**  
**Ente di certificazione**  
**e/o controllo**

### **progetto ISQ "Installatore Serramenti Qualificato"**

Fischer con LegnoLegno, UNCSAAL – UX 42, IIP Istituto Italiano dei Plastici e Manuale dell'associazione del marchio di qualità RAL per finestre e porte.

**Scopo**

ISQ "Installatore Serramenti Qualificato" è la nuova sigla creata attorno agli installatori che vogliono riconoscersi nella massima professionalità, associazioni ed aziende del comparto serramentistico impegnate nella qualifica di settore.

Il programma prevede corsi di formazione teorico-pratica per gli installatori, più opportunità per i rivenditori partner che saranno dei referenti agevolati, più garanzia per gli acquirenti che potranno scegliere i professionisti in grado di garantire una installazione a regola d'arte.

### III. Panorama normativo

#### TENDE E CHIUSURE OSCURANTI

##### -INFORMAZIONE TECNICA

**Norma** **UNI EN 12216:2005**  
**Titolo** Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne - Terminologia, glossario e definizioni  
**Contenuti rilevanti** La norma si applica a tutti i tipi di tende e chiusure oscuranti indipendentemente dalla loro destinazione d'uso, dalla loro concezione e dai materiali dei componenti, così come sono generalmente utilizzate ed installate negli edifici. La norma non si applica alle porte industriali, commerciali e da garage.  
**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI 8369-4:1988**  
**Titolo** Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi.  
**Contenuti rilevanti** Fissa: la classificazione e la terminologia degli schermi; la terminologia relativa ai principali componenti di alcuni schermi (imposta e persiana avvolgibile). In appendice viene riportata la corrispondenza con i termini inglesi, francesi e tedeschi.  
**Tipo** oggettuale

##### REQUISITI RELATIVI AD ESIGENZE DI SICUREZZA

**Norma** **UNI EN 12045:2002**  
**Titolo** Chiusure oscuranti motorizzate - Sicurezza in uso - Misurazione delle forze trasmesse  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica il metodo di prova per la misurazione delle forze sviluppate da chiusure oscuranti motorizzate nelle condizioni d'uso specificate nei prEN 13120, 13561 e 13659.  
**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI EN 13330:2004**  
**Titolo** Chiusure oscuranti - Impatto di un corpo duro - Metodo di prova  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica le prove da eseguire per determinare il comportamento sotto l'impatto di un corpo duro convenzionale delle chiusure oscuranti.  
**Tipo** oggettuale

##### REQUISITI RELATIVI ALL' ESIGENZA DI BENESSERE VISIVO

**Norma** **UNI EN 14501:2006**  
**Titolo** Tende e chiusure oscuranti - Benessere termico e visivo - Caratteristiche prestazionali e classificazione  
**Contenuti rilevanti** La norma si applica a tutti i tipi di chiusure oscuranti, tendoni e tende definiti nella UNI EN 12216, descritti nella presente norma come dispositivi di protezione solare.  
**Tipo** prestazionale

##### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI BENESSERE IGROTERMICO

##### -PERMEABILITA' ALL'ARIA

**Norma** **UNI EN 12835:2002**  
**Titolo** Chiusure oscuranti a tenuta d'aria - Prova di permeabilità all'aria  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica un metodo di prova per determinare la permeabilità all'aria di chiusure oscuranti dichiarate di classe 5 di resistenza termica "chiusure oscuranti a tenuta d'aria" secondo le norme prEN ISO 10077-1:1999 e prEN 13125:1998, quando la attribuzione della classe non può essere fatta con criteri geometrici.  
**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI EN 13125:2003**  
**Titolo** Chiusure oscuranti e tende - Resistenza termica aggiuntiva - Assegnazione di una classe di permeabilità all'aria ad un prodotto  
**Contenuti rilevanti** La norma europea specifica i criteri di classificazione delle chiusure oscuranti e delle tende esterne in relazione alla permeabilità all'aria per il calcolo della resistenza termica aggiuntiva fornita da questi prodotti secondo la EN ISO 10077-1.  
**Tipo** prestazionale

##### REQUISITI RELATIVI ALL' ESIGENZA DI BENESSERE Uditivo



**- ISOLAMENTO ACUSTICO**

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14759:2005</b>
<b>Titolo</b>	Chiusure oscuranti - Isolamento acustico relativo al rumore aereo - Espressione della prestazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce le prestazioni acustiche delle chiusure oscuranti relativamente al rumore aereo.
<b>Tipo</b>	prestazionale

**REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI FRUIBILITA'**

**-USO E MANOVRA**

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12194:2002</b>
<b>Titolo</b>	Chiusure oscuranti e tende interne ed esterne - Uso inappropriato - Metodo di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica le prove da eseguire per determinare la capacità di schermi e chiusure oscuranti di resistere a un uso errato dei meccanismi di manovra.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13527:2001</b>
<b>Titolo</b>	Chiusure oscuranti e tende - Misurazione dello sforzo di manovra - Metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce i metodi di prova da eseguire per determinare lo sforzo di manovra per chiusure esterne e tende.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14201:2004</b>
<b>Titolo</b>	Chiusure oscuranti - Resistenza alle operazioni ripetute (durabilità meccanica) - Metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica le prove da effettuare per valutare la durabilità meccanica dei prodotti comprendenti: tende interne, tende esterne, chiusure oscuranti.
<b>Tipo</b>	prestazionale

**SERRAMENTI ESTERNI**

**-INFORMAZIONE TECNICA**

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12519:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte pedonali – Terminologia
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica la terminologia generale per le finestre e porte pedonali.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI 7895:1978</b>
<b>Titolo</b>	Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane.
<b>Contenuti rilevanti</b>	S'applica alle porte, finestre e persiane che ruotano su uno o più assi verticali. Non è applicabile agli infissi che ruotano su assi orizzontali o che si muovono con moto traslatorio e che ruotano a vento su assi verticali. Appendice a: corrispondenza tra i simboli delle persiane norma e quelli dell' arge (associazione europea delle industrie di ferramenta e serrature) per porte ad anta semplice. Appendice b: scelta dei simboli. Appendice c: regole mnemoniche per determinare il senso di rotazione in relazione alla posizione dell' osservatore.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI 8369-1:1988</b>
<b>Titolo</b>	Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia
<b>Contenuti rilevanti</b>	Indica i termini fondamentali delle chiusure verticali e lo schema della classificazione e scomposizione ulteriore negli elementi tecnici che compongono le chiusure verticali.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI 8369-5:1988</b>
<b>Titolo</b>	Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali ed infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni.
<b>Contenuti rilevanti</b>	Indica i principali termini delle pareti e dei serramenti esterni che servono ad identificare il giunto tra di essi ed i simboli da utilizzare per contraddistinguere le diverse dimensioni. In appendice e' data la corrispondenza con i termini in inglese, francese e tedesco ripresi dalla letteratura.
<b>Tipo</b>	prestazionale

**Norma** **UNI 8975:1987**

**Titolo** Edilizia. Serramenti esterni. Dimensioni di coordinazione.

**Contenuti rilevanti** Stabilisce le dimensioni di coordinazione (esprese in moduli) da utilizzare per le finestre e le porte finestre (e piu' specificatamente per il telaio fisso). Fissa le dimensioni d coordinazione modulare in concordanza con la UNI 7864 e UNI 7866 e non considera le dimensioni di passaggio, che dipendono dai criteri costruttivi dei serramenti esterni e per le quali si rimanda alla UNI 8369/5.

#### REQUISITI RELATIVI AD ESIGENZE DI SICUREZZA

##### - RESTISTENZA AL FUOCO

**Norma** **UNI EN 14600:2006**

**Titolo** Porte e finestre apribili con caratteristiche di resistenza al fuoco e/o tenuta al fumo - Requisiti e classificazione

**Contenuti rilevanti** La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14600 (edizione agosto 2005). La norma identifica i requisiti e la classificazione necessari a dimostrare le caratteristiche di resistenza al fuoco, tenuta al fumo e la durabilità della chiusura automatica delle porte pedonali, porte di tipo industriale e finestre apribili.

**Tipo** prestazionale

**Norma** **UNI EN 1634-1:2009**

**Titolo** Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi - Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili

**Contenuti rilevanti** La norma stabilisce un metodo per la determinazione della resistenza al fuoco di porte, sistemi di chiusura e finestre apribili destinati ad essere installati in aperture praticate in elementi di separazione verticale, quali:- porte incernierate o su perni;- porte scorrevoli in senso orizzontale e in senso verticale, incluse porte non rigidamente scorrevoli e sezionali;- porte e sistemi di chiusura a libro;- porte basculanti;- sistemi di chiusura avvolgibili;- finestre apribili;- barriere e schermi tessuti apribili. La norma è da utilizzare unitamente alla UNI EN 1363-1

**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI EN 13123-1:2002**

**Titolo** Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza all'esplosione - Requisiti e classificazione - Tubo da onda d'urto (shock-tube)

**Contenuti rilevanti** La norma europea specifica i criteri che finestre, porte e chiusure oscuranti devono soddisfare per ottenere una classificazione quando sottoposti alla prova descritta nella EN 13124-1

**Tipo** prestazionale

**Norma** **UNI EN 13123-2:2005**

**Titolo** Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza all'esplosione - Requisiti e classificazione - Parte 2: Prova all'aperto

**Contenuti rilevanti** La norma specifica i criteri che una finestra, porta e chiusura oscurante deve soddisfare per ottenere una classificazione quando sottoposta al metodo di prova descritto nella UNI EN 13124-2.

**Tipo** prestazionale

**Norma** **UNI EN 13124-1:2002**

**Titolo** Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza all'esplosione - Metodo di prova - Tubo da onda d'urto (shock- tube)

**Contenuti rilevanti** La norma europea specifica un procedimento di prova convenzionale per permettere la classificazione della resistenza all'esplosione di finestre, porte e chiusure oscuranti con i loro tamponamenti.

**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI EN 13124-2:2005**

**Titolo** Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza all'esplosione - Metodo di prova - Parte 2: Prova all'aperto

**Contenuti rilevanti** La norma specifica una procedura di prova per permettere la classificazione della resistenza all'esplosione di finestre, porte e chiusure oscuranti comprese le loro specchiature.

**Tipo** oggettuale

**- RESISTENZA ALLE INTRUSIONI E MANOMISSIONI**

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13659:2009</b>
<b>Titolo</b>	Chiusure oscuranti - Requisiti prestazionali compresa la sicurezza
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti prestazionali che le chiusure oscuranti devono soddisfare quando installate in un edificio. Inoltre tratta i pericoli significativi relativi a costruzione, trasporto, installazione, funzionamento e manutenzione delle chiusure oscuranti. È applicabile a tutte le chiusure oscuranti e ai prodotti simili, qualunque sia il loro impiego e la natura dei materiali utilizzati.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1522:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza al proiettile - Requisiti e classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e la classificazione che finestre, porte e chiusure oscuranti devono soddisfare quando sottoposte a prova in conformità alla EN 1523.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1523:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e chiusure oscuranti - Resistenza al proiettile - Metodo di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce una procedura di prova che permette di classificare la resistenza al proiettile di finestre, porte, chiusure oscuranti (complete dei loro infissi).
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI ENV 1627:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte, chiusure oscuranti - Resistenza all'effrazione - Requisiti e classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma sperimentale è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 1627 (edizione gennaio 1999). La norma, sperimentale, definisce i requisiti e la classificazione per le proprietà della resistenza all'effrazione di porte, di finestre e di chiusure oscuranti. Si applica ai seguenti tipi di aperture: a rotazione, basculante, a libro, a rototraslazione, sospese in alto o in basso, scorrevoli (orizzontalmente o verticalmente) e ad avvolgimento, così come strutture fisse. La norma non si applica a tentativi di manipolazioni ed effrazione contro dispositivi di sicurezza elettronici o elettromagnetici.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI ENV 1628:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte, chiusure oscuranti - Resistenza all'effrazione - Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma sperimentale è la versione in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 1628 (edizione gennaio 1999). La norma, sperimentale, specifica un metodo di prova per la determinazione della resistenza ad un carico statico al fine di valutare le caratteristiche di resistenza all'effrazione di finestre, porte e chiusure oscuranti.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI ENV 1629:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte, chiusure oscuranti - Resistenza all'effrazione - Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma sperimentale è la versione in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 1629 (edizione gennaio 1999). La norma, sperimentale, specifica un metodo di prova per la determinazione della resistenza ad un carico manuale al fine di valutare le caratteristiche di resistenza all'effrazione di porte, finestre e chiusure oscuranti.

<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI ENV 1630:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte, chiusure oscuranti - Resistenza all'effrazione - Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma sperimentale e' la versione in lingua italiana della norma europea sperimentale ENV 1630 (edizione gennaio 1999). La norma, sperimentale, specifica un metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione al fine di valutare le caratteristiche di resistenza all'effrazione di porte, finestre e chiusure oscuranti.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>- RESISTENZA AGLI URTI DI SICUREZZA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 949:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e facciate continue, porte e chiusure oscuranti - Determinazione della resistenza delle porte all'urto con corpo molle e pesante
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica il metodo per determinare il danno causato urtando con un corpo molle e pesante la faccia di un'anta di porta chiusa fissata nel suo telaio.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>- RESISTENZA AL VENTO</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12210:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Resistenza al carico del vento – Classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce la classificazione dei risultati di prova di finestre e porte, di qualsiasi materiale, sottoposte alla prova di resistenza al carico del vento.
<b>Tipo</b>	oggettuale/prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12211:2001</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Resistenza al carico del vento - Metodo di prova.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce il metodo di prova per determinare la resistenza al vento per finestre e porte di qualsiasi materiale.
<b>Tipo</b>	oggettuale/prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI 11173:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce i criteri di scelta dei serramenti esterni (facciate continue comprese), mediante il riferimento a correlazioni sistematiche tra il sistema ambientale tecnologico e le classi di prestazione relative alla permeabilità all'aria e all'acqua e alla resistenza al vento.
<b>Tipo</b>	prestazionale

# REQUISITI RELATIVI AD ESIGENZE DI BENESSERE IGROTERMICO

## - ISOLAMENTO TERMICO

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI 11173:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce i criteri di scelta dei serramenti esterni (facciate continue comprese), mediante il riferimento a correlazioni sistematiche tra il sistema ambientale tecnologico e le classi di prestazione relative alla permeabilità all'aria e all'acqua e alla resistenza al vento.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 12567-1:2002</b>
<b>Titolo</b>	Isolamento termico di finestre e porte - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda - Finestre e porte complete
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un metodo per misurare la trasmittanza termica di una finestra o porta. Essa tiene conto di tutti gli effetti dei telai, dei telai scorrevoli, delle imposte, delle ante delle porte e dei montaggi.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 12567-2:2006</b>
<b>Titolo</b>	Isolamento termico di finestre e di porte - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda - Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un metodo per misurare la trasmittanza termica delle finestre da tetto e di altre finestre sporgenti. Essa non include:- gli effetti di bordo che si verificano fuori del perimetro del campione;- il trasporto di energia dovuto all'irraggiamento solare sul campione;- gli effetti delle infiltrazioni di aria attraverso il campione.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 10077-1:2007</b>
<b>Titolo</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i metodi di calcolo della trasmittanza termica di finestre e porte costituite da vetrate o pannelli opachi inseriti in telai con o senza chiusure oscuranti. Essa si applica a: - diversi tipi di vetrate (vetri o plastiche, vetrate singole o multiple, con o senza rivestimenti basso emissivi, con intercapedini riempite di aria o altri gas); - diversi tipi di telai (di legno, di plastica, di metallo con o senza taglio termico, di metallo con connessioni puntiformi o qualsiasi altra combinazione di materiale); - dove appropriato, la resistenza termica aggiuntiva dovuta a chiusure oscuranti di diverso tipo, in funzione della loro permeabilità all'aria.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 10077-2:2004</b>
<b>Titolo</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un metodo e fornisce dati di ingresso di riferimento per il calcolo della trasmittanza termica dei profili dei telai e della trasmittanza termica lineare della loro congiunzione con vetrate o pannelli opachi. Il metodo può anche essere utilizzato per valutare la resistenza termica dei profili di chiusure e le caratteristiche termiche dei cassonetti delle chiusure avvolgibili (tapparelle). La norma fornisce inoltre criteri per la validazione dei metodi numerici utilizzati per il calcolo.
<b>Tipo</b>	oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12412-2:2004</b>
<b>Titolo</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Telai
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un metodo, basato sulle EN ISO 8990 e EN ISO 12567- 1, per misurare la trasmittanza termica dei telai fissi e mobili di porte e finestre, inclusi montanti e traversi.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12412-4:2004</b>
<b>Titolo</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda - Cassonetti per le chiusure avvolgibili
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un metodo, basato sulle EN ISO 8990 e EN ISO 12567- 1, per misurare la trasmittanza termica complessiva di un cassonetto di chiusura avvolgibile, con il metodo della camera calda. Ciò tiene conto di tutte le caratteristiche geometriche e dei materiali del provino.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 13790:2008</b>
<b>Titolo</b>	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN ISO 13790 (edizione marzo 2008). La norma fornisce metodi di calcolo per la valutazione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti di edifici residenziali e non residenziali, o di una parte degli stessi.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI ENV 13420:2002</b>
<b>Titolo</b>	Finestre - Comportamento tra climi differenti - Metodo di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma, sperimentale, specifica i metodi di prova per valutare:- i rischi di degrado di finestre fabbricate con diversi materiali attraverso incrementi dell'accumulo di umidità come risultato della condensa della diffusione del vapore acqueo;- l'influenza della deformazione sulle prestazioni di base di finestre fabbricate con diversi materiali esposte a climi diversi tra le facce interne ed esterne.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>- PERMEABILITA' ALL'ARIA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI 11173:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce i criteri di scelta dei serramenti esterni (facciate continue comprese), mediante il riferimento a correlazioni sistematiche tra il sistema ambientale tecnologico e le classi di prestazione relative alla permeabilità all'aria e all'acqua e alla resistenza al vento.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12207:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce la classificazione dei risultati di prova di finestre e porte, di qualsiasi materiale, sottoposte alla prova di permeabilità all'aria.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1026:2001</b>



<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Metodo di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma descrive il metodo convenzionale che deve essere utilizzato per determinare la permeabilità all'aria di porte e finestre, realizzate in qualsiasi materiale e completamente assemblate, quando sottoposte a prova sotto pressione positiva o negativa.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>-TENUTA ALL'ACQUA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI 11173:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce i criteri di scelta dei serramenti esterni (facciate continue comprese), mediante il riferimento a correlazioni sistematiche tra il sistema ambientale tecnologico e le classi di prestazione relative alla permeabilità all'aria e all'acqua e alla resistenza al vento.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12208:2000</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Tenuta all'acqua – Classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma definisce la classificazione dei risultati di prova di finestre e porte, di qualsiasi materiale, sottoposte alla prova di tenuta all'acqua.
<b>Tipo</b>	oggettuale/prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1027:2001</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Metodo di prova.
<b>Sommario</b>	La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1027 (edizione giugno 2000). La norma definisce il metodo da usare per determinare la tenuta all'acqua di porte e finestre di qualsiasi materiale e completamente assemblate.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>REQUISITI RELATIVI AD ESIGENZE DI BENESSERE Uditivo</b>	
<b>- ISOLAMENTO ACUSTICO</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 140-3:2006</b>
<b>Titolo</b>	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 140-3 (edizione gennaio 1995) e dell'aggiornamento A1 (edizione dicembre 2004). La norma prescrive un metodo di laboratorio per la misurazione del potere fonoisolante per via aerea di elementi di edificio come pareti, pavimenti, porte, finestre, elementi di facciata e facciate, di quegli elementi classificati come elementi edilizi di piccole dimensioni. ad eccezione di
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale

<b>Norma</b>	<b>UNI 11173:2005</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce i criteri di scelta dei serramenti esterni (facciate continue comprese), mediante il riferimento a correlazioni sistematiche tra il sistema ambientale tecnologico e le classi di prestazione relative alla permeabilità all'aria e all'acqua e alla resistenza al vento.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>REQUISITI RELATIVI AD ESIGENZE DI FRUIBILITÀ E DI GESTIONE</b>	
<b>-USO E MANOVRA (COMODITÀ - SFORZO D'USO - MANOVRE FALSE E VIOLENTE)</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1191:2002</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta - Metodo di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica il metodo da usare per determinare la durabilità meccanica di porte e di parti apribili di finestre dopo un numero definito di cicli di azionamento. Si applica a tutte le finestre e porte sotto forma di assemblaggi completi in normali condizioni di utilizzo, quale che sia il materiale costruttivo e il sistema di azionamento adottato.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14608:2004</b>
<b>Titolo</b>	Finestre - Determinazione della resistenza al carico verticale
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica la determinazione della resistenza al carico verticale (controventamento) di una finestra aperta espressa in termini di carico e di deformazione massima risultante e residua.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14609:2004</b>
<b>Titolo</b>	Finestre - Determinazione della resistenza alla torsione statica
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica la determinazione della resistenza alla torsione statica di una finestra aperta espressa in termini di carico e di deformazioni massima risultante e residua.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 107:1983</b>
<b>Titolo</b>	Metodi di prova delle finestre. Prove meccaniche
<b>Contenuti rilevanti</b>	Campo di applicazione, termini e definizioni, prove, apparecchiatura, preparazione della finestra da provare, metodi di prova, espressione dei risultati, resoconto di prova (vedere EN 78) (rappresentazioni schematiche)
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12046-1:2005</b>
<b>Titolo</b>	Forze di manovra - Metodo di prova - Parte 1: Finestre
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 12046-1 (edizione novembre 2003). La norma specifica un metodo di prova per determinare le forze necessarie per chiudere o aprire i dispositivi di bloccaggio di una finestra.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12400:2004</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Durabilità meccanica - Requisiti e classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica un mezzo di classificazione delle finestre apribili e delle porte pedonali a seconda della prestazione nei confronti delle aperture e chiusure ripetute.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>-POSA IN OPERA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI 10818:1999</b>
<b>Titolo</b>	Finestre, porte e schermi - Linee guida generali per la posa in opera
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma fornisce una guida allo sviluppo delle diverse fasi di posa in opera di serramenti di ogni tipo, individuando competenze e limiti dei diversi operatori che intervengono nel processo.
<b>Tipo</b>	prestazionale

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14351-1:2006 (Norma Armonizzata)</b>
<b>Titolo</b>	Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 14351-1 (edizione marzo 2006). La norma specifica le caratteristiche prestazionali delle finestre, delle porte esterne pedonali, dei serramenti doppi e serramenti accoppiati. Stabilisce le modalità e le procedure per l'apposizione della marcatura CE (Conformità Expectancy).
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>-RESISTENZA E TENUTA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN ISO 12216:2004</b>
<b>Titolo</b>	Unità di piccole dimensioni - Finestre, oblò, osteriggi, corazzette e porte - Requisiti di resistenza e di tenuta
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 12216 (edizione giugno 2002) e tiene conto delle correzioni introdotte il 24 luglio 2002. La norma specifica i requisiti tecnici di finestre, oblò, osteriggi, corazzette e porte delle unità di piccole dimensioni di lunghezza scafo fino a 24 m, tenendo in considerazione il tipo di unità, la sua categoria di progettazione, e la disposizione di tali installazioni.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>ACCESSORI PER SERRAMENTI</b>	
<b>-INFORMAZIONE TECNICA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI 9283:1988</b>
<b>Titolo</b>	Edilizia. Accessori per finestre e porte-finestre. Classificazione e terminologia.
<b>Contenuti rilevanti</b>	Fornisce una classificazione degli accessori per finestre, porte finestre ed altri serramenti esterni assimilabili, in relazione alla funzione svolta (assemblaggio, manovra, ecc.) e la loro terminologia. Si applica alla terminologia usata nei documenti commerciali, contrattuali, tecnici, ecc., per uniformare il linguaggio ed i criteri di classificazione. Essa ha pertanto anche fini didattici e formativi per gli operatori del settore.
<b>-REQUISITI RELATIVI ALL' ESIGENZA DI SICUREZZA</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12051:2001</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Catenacci per porte e finestre - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 12051 (edizione ottobre 1999). La norma specifica i requisiti di prestazione e di sicurezza (compresi i metodi di prova) dei catenacci a collegamento singolo impiegati per assicurare, o migliorare la sicurezza di porte o finestre negli edifici.
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12209:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Serrature e chiavistelli - Serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza e la funzionalità delle serrature azionate meccanicamente e delle contropiastre per l'utilizzo su porte, porte finestre e porte di entrata.
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1303:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Cilindri per serrature - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica il funzionamento e altri requisiti relativi a robustezza, sicurezza, durabilità e resistenza alla corrosione dei cilindri per serrature, generalmente impiegate in edilizia, e le loro chiavi originali.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>REQUISITI RELATIVI AL BENESSERE IGROTERMICO</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12365-1:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 12365-1 (edizione settembre 2003). La norma specifica i requisiti prestazionali delle guarnizioni e dei profili di tenuta per il controllo del

passaggio dell'aria, dell'acqua, del rumore e dell'energia tra le parti apribili e le parti fisse di porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue.

**Tipo** prestazionale

**REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI FRUIBILITA'**

**- USO E DI MANOVRA**

**Norma** UNI EN 12365-2:2005

**Titolo** Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione

**Contenuti rilevanti** La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 12365-2 (edizione settembre 2003). La norma specifica il metodo da utilizzare per selezionare, preparare, condizionare e sottoporre a prova campioni di guarnizioni o profili di tenuta per serramenti per determinare la forza necessaria a comprimerli o a fletterli attraverso un valore predeterminato, alla loro larghezza utile di lavoro minima, alle condizioni stabilite per la prova.

**Tipo** oggettuale

**Norma** UNI CEN/TS 13126-3:2005

**Titolo** Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 3: Accessori di manovra, cremonesi/chiusure laterali per scorrevoli

**Contenuti rilevanti** La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità degli accessori di manovra, cremonesi/chiusure laterali per scorrevoli.

**Tipo** prestazionale/oggettuale

**Norma** UNI EN 13126-4:2009

**Titolo** Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 4: Cremonesi

**Contenuti rilevanti** La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di cremonesi e per le relative chiusure per utilizzo in finestre e porte finestre.

**Tipo** prestazionale/oggettuale

**Norma** UNI CEN/TS 13126-5:2005

**Titolo** Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 5: Dispositivi limitanti l'apertura delle finestre

**Contenuti rilevanti** La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità dei dispositivi limitanti l'apertura delle finestre.

**Tipo** prestazionale/oggettuale

**Norma** UNI EN 13126-6:2009

**Titolo** Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 6: Bracci a geometria variabile (con o senza sistema di frizionamento)

**Contenuti rilevanti** La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di bracci a geometria variabile (con o senza sistema di frizionamento).

**Tipo** prestazionale/oggettuale

**Norma** UNI EN 13126-7:2008

**Titolo** Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 7: Cricchetti o nottolini

**Contenuti rilevanti** La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità per cricchetti o nottolini per finestre e porte finestre.

**Tipo** prestazionale/oggettuale

**Norma** UNI EN 13126-8:2006

**Titolo** Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 8: Anta-ribalta, ribalta-anta e sola anta.

**Contenuti rilevanti** La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità degli accessori per anta- ribalta, ribalta-anta e sola anta per finestre e porte finestre in conformità ai diagrammi A, B ed E dell'appendice A della UNI CEN/TS 13126-1.

**Tipo** prestazionale/oggettuale

### III. Panorama normativo

<b>Norma</b>	<b>UNI CEN/TS 13126-9:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 9: Cerniere a frizione
<b>Contenuti rilevanti</b>	La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità delle cerniere a frizione delle finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-10:2009</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 10: Bracci ad incernieramento per aperture autobilancianti
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza e la funzionalità dei bracci ad incernieramento per aperture autobilancianti per finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-11:2009</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 11: Meccanismi per sporgere totalmente reversibili.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di meccanismi per sporgere, totalmente reversibili, per finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-12:2009</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 12: Meccanismi per ante totalmente reversibili
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di meccanismi per ante totalmente reversibili per finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI CEN/TS 13126-13:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 13: Dispositivi di bilanciamento per saliscendi
<b>Contenuti rilevanti</b>	La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di dispositivi di bilanciamento per saliscendi per finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI CEN/TS 13126-14:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 14: Chiusure a camma
<b>Contenuti rilevanti</b>	La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di chiusure a camma per finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-15:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 15: Carrelli e rulli per scorrevoli e aperture a libro o a fisarmonica.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di carrelli e rulli per scorrevoli e aperture a libro o fisarmonica per finestre e porte finestre in conformità all'appendice B della UNI EN 13126-1.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-16:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 16: Accessori per scorrevole alzante
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di accessori per scorrevole alzante di finestre e porte finestre.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-17:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 17: Accessori per vasistas scorrevole
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la durabilità, la resistenza, la sicurezza, la funzionalità di accessori per vasistas scorrevole.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1303:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Cilindri per serrature - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica il funzionamento e altri requisiti relativi a robustezza, sicurezza, durabilità e resistenza alla corrosione dei cilindri per serrature, generalmente impiegate in edilizia, e le loro chiavi originali.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 13126-1:2006</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Requisiti e metodi di prova per finestre e porte finestre - Parte 1: Requisiti comuni per tutti i tipi di accessori
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti prestazionali di resistenza e durabilità degli accessori per finestre e porte finestre compresi i requisiti e i metodi di prova comuni a tutti gli accessori.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI CEN/TS 13126-2:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti, accessori per finestre e porte finestre - Requisiti e metodi di prova - Parte 2: Tavellini
<b>Contenuti rilevanti</b>	La specifica tecnica stabilisce i requisiti e i metodi di prova della durabilità, la resistenza, la sicurezza e la funzionalità dei tavellini.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14637:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Sistemi di uscita controllati elettricamente per assemblaggi di porte tagliafumo - Requisiti, metodi di prova, applicazione e manutenzione.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica requisiti, metodi di prova e criteri di prestazione dei sistemi di uscita controllati elettricamente per assemblaggi di porte tagliafumo.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14648:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Accessori per chiusure oscuranti - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti prestazionali per la resistenza e la durabilità degli accessori inclusi requisiti e metodi di prova.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14846:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Serrature e chiavistelli - Serrature azionate elettromeccanicamente e piastre di bloccaggio - Requisiti e metodi di prova.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per la resistenza, la sicurezza, la durabilità e la funzionalità dei componenti elettrici ed elettronici per tutti i tipi di serrature azionate meccanicamente e piastre di bloccaggio per l'utilizzo su porte, porte finestre, e porte di entrata di edifici.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1527:2000</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Accessori per porte scorrevoli e porte a libro - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti di tutti i principali componenti per porte scorrevoli e porte a libro, con esclusione delle porte e dei pannelli.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 179:2008</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga - Requisiti e metodi di prova



### III. Panorama normativo

<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti di costruzione, prestazione e verifica dei dispositivi di emergenza azionati meccanicamente mediante una maniglia a leva o una piastra di spinta allo scopo di raggiungere un'uscita di sicurezza in una situazione di emergenza sulle vie di fuga.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1906:2003</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Maniglie e pomoli - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i metodi di prova e i requisiti per maniglie e pomoli.
<b>Tipo</b>	prestazionale/oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1935:2004</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Cerniere ad asse singolo - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica requisiti per cerniere ad asse singolo, include prove per il carico statico, per la resistenza al taglio e prove di usura.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI GESTIONE</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12365-3:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 12365-3 (edizione settembre 2003). La norma specifica il metodo da utilizzare per selezionare, preparare, condizionare e sottoporre a prova campioni di guarnizioni o profili di tenuta per serramenti per determinare la percentuale di recupero elastico dopo essere stati compressi o inflessi durante il rispettivo intervallo operativo fino alla larghezza minima, alle condizioni esposte della prova.
<b>Tipo</b>	oggettuale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 12365-4:2005</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue - Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 12365-4 (edizione settembre 2003). La norma specifica il metodo per selezionare, preparare, condizionare e sottoporre a prova dei campioni di materiali di materie prime tipiche al fine di determinare le prestazioni a lungo termine di guarnizioni e profili di tenuta per serramenti sottoposti alle condizioni stabilite nella prova dopo invecchiamento alla massima temperatura operativa.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 1670:2007</b>
<b>Titolo</b>	Accessori per serramenti - Resistenza alla corrosione - Requisiti e metodi di prova
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti di resistenza alla corrosione degli accessori per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Si applica anche agli elementi di collegamento metallico richiesti per il fissaggio degli accessori per serramenti.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>SEMILAVORATI</b>	
<b>-REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI ASPETTO E DI GESTIONE</b>	
<b>Norma</b>	<b>UNI 3952:1998</b>
<b>Titolo</b>	Alluminio e leghe di alluminio - Serramenti di alluminio e sue leghe per edilizia - Norme per la scelta, l'impiego ed il collaudo dei materiali.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma stabilisce i criteri per la scelta, l'impiego ed il collaudo dei materiali e semilavorati, e relative finiture, utilizzati per la costruzione di serramenti e facciate di alluminio e sue leghe per edilizia.
<b>Tipo</b>	prestazionale
<b>Norma</b>	<b>UNI EN 14220:2007</b>
<b>Titolo</b>	Legno e materiali a base di legno in finestre esterne e in ante e telai di porte esterne - Requisiti e specifiche
<b>Contenuti rilevanti</b>	La norma specifica i requisiti principali per il legno e i prodotti a base di legno in ante e telai di serramenti esterni, incluse le caratteristiche di aspetto, durabilità biologica e altre caratteristiche fisiche.

**Tipo** prestazionale

**Norma** **UNI EN 14221:2007**  
**Titolo** Legno e materiali a base di legno in finestre interne e in ante e telai di porte interne - Requisiti e specifiche  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica i requisiti principali per il legno e i prodotti a base di legno in ante e telai di serramenti interni, incluse le caratteristiche di aspetto, durabilità biologica e altre caratteristiche fisiche.  
**Tipo** prestazionale

**Norma** **UNI EN 12608:2005**  
**Titolo** Profili di polivinilcloruro non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di porte e finestre - Classificazione, requisiti e metodi di prova  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica la classificazione, i requisiti e i metodi di prove per profili di PVC-U per la fabbricazione di porte e finestre.  
**Tipo** oggettuale/prestazionale

**Norma** **UNI 10667-6:1999**  
**Titolo** Materie plastiche di riciclo - Polivinilcloruro proveniente da serramenti destinato ad impieghi diversi - Requisiti e metodi di prova  
**Contenuti rilevanti** La norma definisce i requisiti ed i metodi di prova del polivinilcloruro di riciclo proveniente da serramenti, destinato ad impieghi diversi.  
**Tipo** oggettuale/prestazionale

**Norma** **UNI EN 479:1997**  
**Titolo** Profili di PVC non plastificato per la fabbricazione di finestre e porte. Determinazione della contrazione a caldo.  
**Contenuti rilevanti** Specifica un metodo per determinare la contrazione a caldo dei profili di PVC impiegati nella fabbricazione di finestre e porte, mediante una prova a 100 gradi centigradi in forno.  
**Tipo** oggettuale

**Norma** **UNI EN 513:2001**  
**Titolo** Profilati di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di finestre e porte - Determinazione della resistenza all'invecchiamento artificiale  
**Contenuti rilevanti** La norma specifica un metodo di esposizione di provini di profilato di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di finestre e porte ad una sorgente di luce di laboratorio allo xeno, al fine di valutare variazioni della resistenza all'urto e del colore.  
**Tipo** oggettuale

#### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI BENESSERE IGROTERMICO

**Norma** **UNI EN 14024: 2005**  
**Titolo** Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.  
**Contenuti rilevanti** La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 14024 (edizione ottobre 2004). La norma specifica i requisiti per la valutazione della resistenza meccanica dei profili metallici con taglio termico. Specifica inoltre le prove per determinare i valori caratteristici delle proprietà meccaniche del profilo per valutare l'idoneità del materiale utilizzato per il taglio termico.  
**Tipo** oggettuale/prestazionale

#### VETRO

#### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI SICUREZZA -RESISTENZA AL VENTO E ALLA NEVE

**Norma** **UNI 7143:1972**  
**Titolo** Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell' azione del vento e del carico neve.

<b>Contenuti rilevanti</b>	Ha lo scopo di facilitare la scelta degli spessori piu' adatti, limitatamente alle lastre di vetro piano non elaborate in superficie (vedere UNI 5832-72) impiegate nei fabbricati non più alti di 50 m dal suolo all'altezza di gronda per vetrazioni dei serramenti esterni in funzione delle loro dimensioni e delle sollecitazioni dovute all'azione del vento ed al carico neve, tenuto conto delle esigenze di sicurezza. Ipotesi di calcolo per superfici verticali o assimilabili (facciate) (vedere CNR-UNI 10012-67). Ipotesi di calcolo per superfici orizzontali o assimilabili (coperture). Appendice: abachi per il calcolo degli spessori.
<b>Tipo</b>	prestazionale

#### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI ASPETTO E DI GESTIONE

##### -POSA IN OPERA

<b>Norma</b>	<b>UNI 6534:1974</b>
<b>Titolo</b>	Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, Materiali e posa in opera.
<b>Contenuti rilevanti</b>	Ha lo scopo di dare direttive per procedere secondo le migliori modalita' alla progettazione e alla posa in opera di vetri in lastre nelle costruzioni edilizie (vetrazione). La norma disciplina le vetrazioni in opere edilizie effettuate in cantiere o a pie' d' opera con metodi non industrializzati. La norma non concerne la prevetrazione, effettuata quest' ultima in officina con metodi industrializzati, su serramenti e con materiali di tenuta espressamente studiati. Sono pure esclusi altri settori di impiego del vetro in lastre. Prescrizioni per la progettazione. Materiali e serramenti. Posa in opera.
<b>Tipo</b>	prestazionale

#### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI BENESSERE VISIVO

<b>Norma</b>	<b>UNI EN 410:2000</b>
<b>Titolo</b>	Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate.
<b>Contenuti rilevanti</b>	La presente norma e' la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 410 (edizione aprile 1998). La norma specifica i metodi per la determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate per edilizia. Queste caratteristiche possono servire come base per il calcolo della illuminazione, riscaldamento e raffreddamento delle stanze e permettono una comparazione tra i differenti tipi di vetrate.
<b>Tipo</b>	oggettuale

#### IV. Panorama legislativo

##### RESISTENZA AL FUOCO

- D. M. 16/05/1987, n. 246 Norme di sicurezza antincendio per civile abitazione  
 D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi  
 UNI ENV 1993-1-2, 31-05-1998, Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza all'incendio

##### RESISTENZA AL VENTO

- C.M. LL.PP.04/07/1996, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi."  
 D.M. 14 Gennaio 2008, "Norme tecniche per le costruzioni"  
 Norme Tecniche CNR (Consiglio Nazionale della Ricerche) 10011/85, Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, e la manutenzione  
 UNI ENV 1993-1-1, 30-06-1994, Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

##### REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI RISPARMIO ENERGETICO E DI BENESSERE IGROTERMICO

Nome	<b>Direttiva Europea 2002/91/CEE</b> -relativa al rendimento energetico degli edifici-
Contenuti rilevanti	Stabilire una metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche di un edificio considerando le condizioni climatiche locali. Definire livelli di standard energetici minimi da applicare a tutti i nuovi edifici e nei casi di ristrutturazione degli edifici esistenti con superficie > 1000 m2 Sviluppare un sistema di certificazione per rendere visibili ed evidenti le prestazioni energetiche di un edificio. Verificare periodicamente gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva per ridurre i consumi energetici e le emissioni di gas serra.
Leggi italiane	<b>Legge n.10 del 9 gennaio 1991</b> Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia <b>D.P.R. 412 (26 agosto 1993) e D.P.R. 551 (21dicembre1999)</b> Attuazione e modifiche della legge n. 10 <b>Decreti del 20 luglio 2004</b> Obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e incremento dell'efficienza energetica <b>Decreto n. 192 del 19 agosto 2005</b> Attuazione della Direttiva 2002/91/CEE relativa al rendimento energetico nell'edilizia <b>Decreto n. 311 del 29 dicembre 2006</b> Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 Con i decreti n. 192 e n. 311 l'Italia recepisce la Direttiva Europea 2002/91/CEE sul rendimento energetico nell'edilizia. Ciò comporta la revisione del quadro legislativo italiano e la definizione di: -requisiti minimi di rendimento per gli edifici di nuova costruzione o ristrutturati -requisiti minimi di rendimento per impianti termici nuovi o sottoposti a ristrutturazione -certificazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti-ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di riscaldamento/condizionamento <b>Decreto Legislativo 30 maggio 2008 , n. 115</b> Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE. <b>DPR n. 59 del 2 aprile 2009</b> che ha stabilito i requisiti energetici minimi per i nuovi edifici e per le attività di ristrutturazione degli edifici esistenti.(Recepito dalle norme UNI TS 11300) <b>DM 26 giugno 2009</b> Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici. E' strutturato in <b>8 articoli</b> e 2 Allegati.

L'**Allegato A**, in particolare, contiene le *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*. La costituzione di tale sistema si basa sulla classificazione degli edifici e sulla definizione di metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici.

Il sistema di certificazione energetica si applica a tutti gli edifici adibiti a residenza, ad attività ricreative, associative o di culto, ad attività sportive o assimilabili.

La certificazione energetica attesta la prestazione energetica di un determinato edificio.

A sua volta, la prestazione energetica di un edificio è la somma delle prestazioni energetiche di una serie di componenti:

- climatizzazione invernale
- produzione di acqua calda sanitaria
- climatizzazione estiva
- illuminazione artificiale.

L'obiettivo è di definire un sistema di certificazione energetica degli edifici che fornisca informazioni sulla qualità energetica degli edifici, che consenta una valutazione della convenienza economica derivante dalla messa in atto di interventi di riqualificazione energetica degli edifici e costituisca un utile riferimento ai fini degli acquisti e delle locazioni.

Il decreto legislativo n.192 del 19 agosto 2005 prima e il n. 311 del 2006 e D.M. 11 marzo 2008 fissano i requisiti minimi in termini di prestazioni energetiche degli edifici, definendo i valori di trasmittanza termica per i vari componenti dell'involucro edilizio, fra cui i serramenti:

<b>Tabella 4a - Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m<sup>2</sup>K</b>			
<b>ZONA CLIMATICA</b>	<b>DAL 1° GEN.2006 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2008 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2010 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,5	2,2
F	2,4	2,2	2,1

<b>Tabella 4b - Valori limite della trasmittanza termica U dei vetri espressa in W/m<sup>2</sup>K</b>			
<b>ZONA CLIMATICA</b>	<b>DAL 1° GEN.2006 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2008 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>DAL 1° GEN.2010 U (W/m<sup>2</sup>K)</b>
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

Nella tabelle i valori sono forniti in funzione delle zone climatiche: il territorio italiano è diviso in 6 zone climatiche dalla A che è la più calda alla F che è la più fredda.

Il metodo di calcolo per la determinazione del valore di trasmittanza termica di un serramento è definito dalla norma UNI EN 10077-1:2007 e dalla UNI EN 10077-2: 2004, oppure metodo di prova secondo UNI EN ISO 2567-1:2002.

#### Specifiche per i serramenti

#### Nome

**legge 27 dicembre 2006 n. 296** (Legge Finanziaria 2007)

**legge 24 dicembre 2007 n. 244** (Legge Finanziaria 2008),

Nuove disposizioni e requisiti per l'accesso alla detrazione del 55% per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici anche una serie di modifiche alla disciplina del beneficio, applicabili dal 1° gennaio 2008,

**Legge 2 del 28/01/2009**

#### Contenuti rilevanti

L'art. 1, commi 344-349, della legge 27 dicembre 2006 n. 296 (Legge Finanziaria 2007), nel quadro delle misure di politica energetica ed ambientale, ha introdotto una specifica agevolazione fiscale per la realizzazione di interventi volti al contenimento dei consumi energetici, effettuati su edifici esistenti. Dal 1° gennaio 2007 è stata, infatti, riconosciuta una detrazione d'imposta, pari al 55% delle spese sostenute per l'effettuazione degli

interventi di risparmio energetico, entro un limite massimo di detrazione variabile in funzione della tipologia dei lavori eseguiti. L'art.1, commi 20-24, della legge 24 dicembre 2007 n. 244 (Legge Finanziaria 2008), ha prorogato la detrazione sino al 31 dicembre 2010. In ultimo, l'art. 29 del Decreto Legge 29 novembre 2008, n. 185, convertito nella Legge 28 gennaio 2009, n. 2, ha apportato una serie di modifiche per l'applicazione del beneficio, applicabili dal 1 gennaio 2009, prevedendo: la ripartizione della detrazione obbligatoriamente in cinque anni (invece che in un numero di rate compreso tra 3 e 10, a scelta del contribuente).

## MARCHIO CE

### Nome

**Direttiva 89/106/CEE**

-Direttiva del Consiglio del 21 Dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione-  
*G.U.C.E. 11 Febbraio 1989 - L40 e G.U.C.E. 30 Agosto 1993 - L220*

### Contenuti rilevanti

I prodotti da costruzione possono essere immessi sul mercato soltanto se idonei all'uso previsto. A tale riguardo, essi devono consentire la costruzione di opere che soddisfano, per una durata di vita economicamente accettabile, i requisiti essenziali in materia di resistenza meccanica e di stabilità, di sicurezza in caso d'incendio, d'igiene, di sanità e di ambiente, di sicurezza di utilizzazione, di protezione dal rumore, di economia di energia e di isolamento termico previsti all'allegato I della direttiva.

I requisiti essenziali sono precisati in prima istanza da documenti interpretativi elaborati da comitati tecnici e poi sviluppati mediante specifiche tecniche che possono consistere in:

- **norme armonizzate** europee adottate dagli organismi europei di normalizzazione (CEN o/e CENELEC) su mandato della Commissione e previa consultazione del comitato permanente per la costruzione;
- **benestari tecnici** europei che valutano l'idoneità di un prodotto all'impiego previsto nei casi in cui non esista né una norma armonizzata, né una norma nazionale riconosciuta. Per facilitare tale compito, la "European Organization of Technical Approvals" (EOTA)" (EN)(Organizzazione europea per il benessere tecnico), che raggruppa gli organismi nazionali competenti per il benessere tecnico, può elaborare orientamenti per il benessere tecnico europeo per un prodotto o una famiglia di prodotti da costruzione, su mandato della Commissione e previa consultazione del Comitato permanente per la costruzione.
- Laddove non esistano né una norma europea né un benessere tecnico europeo, i prodotti possono continuare ad essere valutati ed immessi sul mercato in base alle disposizioni nazionali esistenti conformi ai requisiti essenziali.

### Apposizione del Marchio "CE"

Possono beneficiare del marchio "CE" esclusivamente i prodotti da costruzione conformi alle norme nazionali in cui sono state recepite le norme armonizzate, a un benessere tecnico europeo o, in mancanza, alle specifiche tecniche nazionali conformi ai requisiti essenziali. Le opere munite del marchio "CE" soddisfano in tal modo i requisiti essenziali.

### Leggi italiane

**DPR 246/1993**

Decreto del Presidente della Repubblica 21 Aprile 1993, n. 246  
Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/cee  
Relativa ai prodotti da costruzione  
(G.U. n. 170 del 22/7/93)

## REQUISITI RELATIVI ALL'ESIGENZA DI BENESSERE ACUSTICO

### Nome

**Legge 26 ottobre 1995, n. 447**

legge quadro inquinamento acustico

*(Supplemento ordinario alla Gazzetta ufficiale 30 ottobre 1995 n. 254)*

**DPCM 5.12.97**

Decreto del presidente del consiglio dei ministri 5 dicembre 1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

*G. U. Serie Generale n. 297 del 22/12/1997*

**LEGGE 7 luglio 2009, n. 88**

"Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008".

**Contenuti rilevanti**

*Gazzetta Ufficiale del 14 luglio 2009*

In Italia è in vigore la legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 che con il collegato DPCM 5.12.97 fissa i requisiti acustici degli edifici in funzione della destinazione d'uso degli ambienti. Per l'isolamento acustico di facciata sono richiesti:

- abitazioni, alberghi: 40 dB
- uffici, attività ricreative o commerciali: 42 dB
- ospedali, case di cura: 45 dB
- scuole di ogni ordine: 48 dB

Un livello sonoro « confortabile » non deve eccedere i 35 dB di intensità. I Disturbi connessi al rumore sono stress, insonnia, difficoltà di concentrazione, problemi di salute di varia natura.

LEGGE 7 luglio 2009, n. 88

All'art. 11 (Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico) viene indicata la necessità di riscrivere i Decreti correlati con l'inquinamento acustico e vengono riportate alcune indicazioni inerenti l'applicazione del DPCM 5-12-1997, in particolare viene sospesa l'applicazione dell'art.3, comma 1, lettera e, della legge n. 447 del 25 ottobre 1995, nei rapporti tra privati e in particolare, come si diceva, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi sorti dopo il 29 luglio 2009.



## V. Bibliografia per argomenti

### Cultura Tecnologica

- Campioli A., *Il contesto del progetto*, Franco Angeli, 1993.
- Cetica P. A., *La scelta di progettare, Paradigmi per un'architettura della vita*, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze, 2003.
- Ciribini G. (a cura di), *Industrializzazione dell'edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965.
- Ciribini G., *Tecnologia e Progetto*, Celid, Torino, 1980.
- Ciribini G., *Tecnologie della costruzione*, La nuova Italia Scientifica, Roma, 1992.
- Claudi De Saint Mihiel C., *Innovazione tecnologica e architettura, Logiche e metodologie dell'atelier Dubosc & Landowski*, Edizioni Del Grifo, Lecce, 1999.
- Giallocosta G., *Riflessioni sull'innovazione*, Alinea, Firenze, 2004.
- Gangemi V. (a cura di), *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli, Milano, 1985.
- Losasso M., *Architettura tecnologia e complessità*, CLEAN, Napoli, 1991.
- Losasso M., *La casa che cambia*, CLEAN, Napoli, 1997.
- Losasso M. (a cura di), *Progetto e Innovazione*, Clean Edizioni, Napoli, 2005.
- Musacchio A., *Architetture cinetiche. Apparati meccanici ed elettronici nel progetto di architettura*, Maggioli, 2009.
- Nardi G. (a cura di), *Aspettando il progetto*, Angeli, Milano, 1997.
- Nardi G., *Le nuove radici antiche*, Franco Angeli, Milano, 1986.
- Nardi G., *Percorsi di un pensiero progettuale*, Libreria CLUP, Milano, 2003.
- Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Angeli, Milano, 1976.
- Nardi G., *Tecnologia dell'architettura e industrializzazione edilizia*, FrancoAngeli, Milano, 1980.
- Nardi G., *Tecnologie dell'architettura. Teoria e storia*, Libreria CLUP, Milano, 2001.
- Perriccioli M., (a cura di), *Incontri dell'Annunziata, atti del convegno V e VI edizione*, Edizione Simple, Macerata, 2008.
- Petta A., *La costruzione del movimento. Spazio, tempo e architettura nella macchine di Santiago Calatrava*, Maggioli, 2008.
- Pone S., *L'idea di struttura. L'innovazione tecnologica nelle grandi coperture da Fressynet a Piano*, Franco Angeli, Milano, 2005.
- Sinopoli N., Tatano V., *Sulle tracce dell'innovazione: tra tecnica e architettura*, FrancoAngeli, Milano, 2002.
- Sitda, *L'invenzione del Futuro, Napoli 7-8.03.2008*, Alinea editrice, Città di Castello, Perugia, 2008.
- Vitale A. (a cura di), *Argomenti per il costruire contemporaneo*, Franco Angeli, Milano, 1995.
- Zaffagnini M., *Progettare nel processo edilizio*, Edizione Luigi Parma, Bologna, 1981.

### Serramenti e Involucro

- AA.VV., *Rapporto Saie energia 2009*, Bolognafiere, 2009.
- Beccu M., Paris S., *L'involucro architettonico contemporaneo tra linguaggio e costruzione*, Desingpress, Roma, 2008.
- Brunoro S., *Efficienza energetica delle facciate*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2008.
- Caterina G., *Il recupero degli infissi*, UTET, Torino, 1995.
- Ciottoli R., "Chiusure verticali: gli infissi", in AA.VV., *Manuale di Progettazione Edilizia*, Hoepli, Milano, 1995.
- Ciottoli R., Guerrieri F.C., *I componenti del paesaggio urbano. Finestre: approccio multidisciplinare delle scelte dimensionali e morfologiche per la progettazione delle finestre*, Maggioli, Rimini, 1992.
- Coppa A., *Facciate a secco*, Federico Motta Editore, Milano, 2006.
- Cusano G., *La finestra e la comunicazione architettonica*, Dedalo Libri, 1979.
- De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, Edizione Laterza, Bari, 1977.
- Di Sivo M., *La parete e la finestra*, Alinea Editrice, Firenze, 1997.
- Dutton H., Rice P., *Structural Glass*, E & FN Spon, London, 1995.

- Federlegno-Arredo, *Finestre, portefinestre e chiusure oscuranti: linee guida all'installazione e alla definizione dei criteri progettuali*, Edilegno-Arredo, 2008.
- Filizzola J., *La finestra: elementi di correlazione con altri elementi di fabbrica*, E.S.A., Roma, 1981.
- Guarnieri L., *Serramenti. I materiali, i sistemi costruttivi dei serramenti; studio di elementi scelti da alcune significative realizzazioni architettoniche contemporanee*, Görlich, Milano, 1962.
- Herzog T., (a cura di), *Atlante delle facciate*, Utet, 2004.
- Innes J., *Windows: the complete art of window treatment*, Orbis, London, 1986.
- Jackson-Forsberg E., *Frank Lloyd Wright art glass of the Martin house complex*, Pomegranate, San Francisco, 2009.
- Karlsson, J., *Windows Optical Performance and Energy Efficiency*. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, 666, 2001.
- Lapenna M., *Il vano e la finestra: materiali per la didattica*, Politecnico di Bari-CUSL, Bari, 1993.
- Lim B. P., *Environmental factors in the design of building fenestration*, Applied Science Publisher, London, 1979.
- Landini F., Roda R., *Costruire a regola d'arte, vol.2, infissi esterni verticali*, Be-Ma editrice, Milano, 1990.
- Maina C., Muccio C., *Conoscere i serramenti di alluminio*, Edimet, Brescia, 1990.
- Mangiarotti A., *Le tecniche dell'architettura contemporanea. Evoluzione e innovazione degli elementi costruttivi*, Angeli, Milano, 1995.
- Marchi O., *Il soleggiamento degli ambienti in funzione del tipo di finestra*, CEDAM, Padova, 1980.
- Matteoli L., Perretti G., *Finestre. L'intelligenza dei muri, Raccolta della documentazione tecnica UNCSAAL*, Unione Nazionale Costruttori Serramenti Alluminio Acciaio Leghe, 1990-93.
- Micocci F., *Serramenti in legno e metallo: modelli e normativa degli infissi interni, esterni e speciali*, La nuova Italia scientifica, Roma, 1989.
- Morroni A., *Serramenti in legno*, Hoepli, Milano, 1959.
- Morroni A., *Serramenti in ferro: progettazione e costruzione*, Hoepli, Milano, 1962.
- Mornati, Rosatelli, *Serramenti e sistemi di facciata*, NIS e Ance, Roma, 1994.
- Mottura G., Pennisi A., *Il serramento nell'involucro edilizio*, Maggioli Editore, 2006.
- Opici M. A. (a cura di), *Facciate continue*, Tecnomedia, Milano, 1990.
- Romanelli F., Scapaccino E., *Dalla finestra al curtain wall, ricerche sulle tecnologie del discontinuo*, Officina, Roma, 1979.
- Rossi M., *Prodotti e sistemi di involucro innovativi per il progetto di edifici energeticamente efficienti*, Simple, Macerata, 2009.
- Suzzani R., *Manuale del serramentista in alluminio*, Tecniche Nuove, 2008.
- Trentini L., *Atlante del vetro*, Utet, 2000.
- Tucci F., *Ecoefficienza dell'involucro architettonico*, Editrice Librerie Dedalo, Roma, 2000.
- Tucci F., *Involucro Ben Temperato. Efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici*, Alinea, Firenze, 2006.

#### Articoli da riviste e dal web (serramenti e involucro)

- AA.VV., "Energia e serramenti: gli apporti solari", in *Quadra, periodico di cultura tecnica e scientifica del serramento*, UNCSAAL, n. 4, 1998.
- AA.VV., *Il bilancio delle Costruzioni 2007. Le industrie produttrici di materiali, impianti e macchine*, CRESME, 2007.
- AA.VV., *Rapporto Energia e Ambiente ENEA*, 2007.
- Antonini E., "Cent'anni di metamorfosi", in *Costruire*, n.309 febbraio, 2008.
- Berterame A., Cataldi G., "L'evoluzione dell'involucro industrializzato leggero: sistemi di facciata a risparmio energetico e vetri a trasparenza variabile" in *Quadra, periodico di cultura tecnica e scientifica sul serramento*, UNCSAAL, n.2, 2000.
- Campoli A., Giurdanella V., Lavagna M., "Energia per costruire, energia per abitare", in *Costruire in Laterizio*, 2010.
- Capozzi F., "La finestra perfetta" in *Casa Energia*, n.4, 2007.

- Ciamarra M. P., "L'architettura dopo la "presa d'atto" di Copenhagen", in *Le Carré bleu, feuille internationale d'architecture*, n.1, 2010, nouvelle Association des amis du carré bleu, Parigi.
- Colabella S., "Legno" in *Costruire*, n.261, 2005.
- Colombi V., "Screen Vison" in *Tenda in & out*, Maggioli Editore, n.2, 2006.
- Dalzero A., "Le finestre cuore caldo della casa", in *Casa Energia*, n.2, 2009.
- Dalzero A., "Ecodesign", in *Casa Energia*, n.4, 2008.
- Dalzero A., "Finestre ad alta tecnologia", in *Casa Energia*, n.1, 2008.
- Dama A., Pagliano L., "Vetri ad alte prestazioni energetiche", in *Il Progetto Sostenibile*, n.6, 2005.
- ENEA e Consorzio Legno Legno, "Serramenti in Legno e Ambiente. Come migliorare le prestazioni ambientali nel ciclo di vita dei serramenti in legno", [www.ecosmes.net](http://www.ecosmes.net)
- Gargiulo C., "Edilizia. Il day after, del risparmio energetico", in *Serramenti+Design*, Tecniche nuove, n. 8, 2008.
- Illariuzzi F., "Serramenti: dalla casa passiva utili insegnamenti" in *Casa & Clima*, APA, n.5, 2007.
- Imperadori M., "Risparmio energetico e forma architettonica", Politecnico di Milano, allegato a *Costruire*, n.309, 2009.
- Jorge S. C., Corvacho H. b, Silva P. D., Castro-Gomes J.P., "Real climate experimental study of two double window systems with preheating of ventilation air", in *Building and Energy*, 2010.
- La Franca G., "Efficienza energetica", in *Serramenti+Design*, Tecniche nuove, n.10, 2008.
- Losasso M., "Dieci anni di edilizia", in *Costruire*, n.267, 2005.
- Massimo R., "Vetro vivo", in *Costruire*, n.284, 2007.
- Menicali U., "Il sole a lamelle", in *Costruire*, n.264, 2005.
- Menicali U., "L'essenza del profilo", in *Costruire*, n.262, 2005.
- Menicali U., "Le facciate continue tutto vetro", in *Costruire*, n.286, 2007.
- Menicali U., "Questione di anima. I serramenti metallici a taglio termico", in *Costruire*, n.289, 2007.
- Ravizza D., "Guadagni in trasparenza", in *Costruire*, n.259, 2004.
- Ribera A., "Le ragioni del legno", in *Costruire*, n.321, 2010.
- Sinopoli N., "I materiali dell'architettura: Alluminio", in *Domus*, n.658, 1985.
- Sinopoli N., "I materiali dell'architettura: Finestre", in *Domus*, n.661, 1985.
- Zappa A., "Involucri, voglia di certezze", in *Costruire*, n.271, 2005.
- Zappa A., "Progetto Soltag. Vivere al top", in *Costruire*, n.278, 2006.

### Sostenibilità ed efficienza energetica

- AA.VV., *Atlante della sostenibilità*, Utet, Milano, 2008.
- Carotti A. (a cura di), *La casa passiva in Europa*, Libreria Clup, Milano, 2002.
- Banham R., *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna*, Laterza, Bari 1978.
- Benedetti C., *Manuale di architettura bioclimatica*, Maggioli, Rimini 1994.
- Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura solare*, Clup edizione, Milano, 1984.
- Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire*, Franco Angeli, Milano, 1988.
- De Botton A., *Architetture e felicità*, Guanda, Parma, 2006.
- Facconti D., Piardi S., (a cura di), *La qualità ambientale degli edifici*, Maggioli, Rimini, 1998.
- Filippi M., Rizzo G., *Certificazione energetica e verifica ambientale degli edifici. Valutazione delle prestazioni energetiche e della sostenibilità delle scelte progettuali*, Dario Flaccovio Editore s.r.l., 2007.
- Fitch J.M., *La progettazione ambientale*, Franco Muzzio, Padova, 1980.
- Francesco D., *Architettura bioclimatica: risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Utet, Milano, 1996.
- Fregolent L., Indovina F. (a cura di), *Un futuro amico. Sostenibilità ed equità*, Franco Angeli, Milano, 2002.
- Giacchetta A., Magliocco A., *Progettazione sostenibile*, Carocci Editore, Roma, 2007.

- Herzog T., *Carta per l'Energia solare in Architettura*, edito da Prestel Verlag, Munich-London-New York, 2007, trad. it. A. Battisti e F. Tucci.
- Kilbert, *CIB TG 16, Sunstainable Constuction*, Tampa, Florida, USA, nov. 6-9, 1994.
- Lavagna M., *Life Cicle Assessment in edilizia, Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano, 2008.
- Liddle B. T., *Construction for sustainability of the Construction Industry*, in *CIB TG 16, Sunstainable Constuction*, Tampa, Florida, USA, nov. 6-9, 1994.
- Maldonado T., *Cultura democrazia ambiente*, Feltrinelli, Milano, 1990.
- Manzini E., Vezzoli C., *Lo sviluppo di prodotti sostenibili, i requisiti ambientali dei prodotto industriali*, Maggioli, 1998.
- Olgyay V., *Progettare con il clima*, Franco Muzzio, Padova, 1981.
- Russo Ermolli S., *Eco-efficiency and Innovation. The sustainable architectures of Sheppard Robson*, Franco Angeli, Milano, 2010.
- Tamborrini P., *Design sostenibile. Oggetti, sistemi e comportamenti*, Electa, Verona, 2009.
- Vale, *Green Architecture*, Thames and Hudson, London, 1991.
- Valentini G., *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2007*, ENEA, Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile, 2007.
- Weiszacker V., Lovins, Lovins, *Fattore 4*, Edizioni Ambiente, Milano, 1998.
- Wienke U., *Aria – Calore - Luce, Il comfort ambientale negli edifici*, DEI, Roma, 2005.
- Wienke U., *Dizionario dell'edilizia bioecologica*, Tipografia del Genio Civile, Roma, 2002.
- Wines J., *Green Architecture*, Taschen, Koln, 2000.

#### Human factor

- Attaianese E., *La città malata. Principi ergonomici per il recupero dell'ambiente urbano*, Liguori, Napoli, 1997.
- Attaianese E., *Progettare la manutenibilità. Il contributo dell'ergonomia alla qualità delle attività manutentive in edilizia*, Liguori, Napoli, 2008.
- Gibson, *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, Il Mulino, Bologna, 1999.
- Marhaba S., *Fondamenti della psicologia*, Padova, Logos, 2005.
- Norman D., *La caffettiera del masochista*, Giunti, Firenze, 1990.
- Pisano E., *Progettare, stare, fare*, Franco Angeli, Milano, 1987.
- Thaler R., Sunstein C., *Nudge, la spinta gentile*, Feltrinelli, Milano, 2009.
- Tosi F., *Ergonomia e Progetto*, Franco Angeli, Torino, 2006.
- Vicente K., *The Human Factor: Revolutionizing the Way People Live with Technology*, Routledge, New York, 2006.

#### Articoli da riviste e dal web (human factor)

- Albanese F., "Comportamenti sostenibili", in *Domus*, n.2, 2009.
- Attaianese E., "From the qualities to the quantities: applied ergonomics in a control room architectural project", in *Applied Ergonomics International* 2008 - 14-17 luglio 2008, Las Vegas, USA, pp.1- 8.
- Choi JH, Aziz A, Loftness V., "Investigation on the Impacts of Different Genders and Ages on Satisfaction with Thermal Environments in Office Buildings", in *Building and Environment*, 2010, doi: 10.1016/j.buildenv.2010.01.004.
- Cole J., "Influence of occupants 'knowledge on comfort expectations an behaviour", in *Building Research & Information*, Volume 37, Issue 3 May 2009, pag. 227 – 245.
- Cullum B.A., Lee O., Sukkasi S., Wesolowski D., "Modifying habits towards sustainability: a study of revolving door usage on the Mit campus", in *Planning for sustainable development*, Mit, 2006.
- Flemming et al., "The need of human factors in the sustainability domain" in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 52nd Annual Meeting*, 2008, 750.

- Frédéric H., Darren R., "Interactions with window openings by office occupants", in *Building and Environment*, 2008 ([www.elsevier.com/locate/building](http://www.elsevier.com/locate/building)).
- Indraganti M., "Adaptive use of natural ventilation for thermal comfort in Indian apartments", in *Building and Environment*, 2009, doi: 10.1016/j.buildenv.2009.12.013.
- Indraganti M., "Behavioural adaptation and the use of environmental controls in summer for thermal comfort in apartments in India", in *Energy and Buildings*, 2008, doi:10.1016/j.enbuild.2010.01.014.
- Leaman A., Bordass B., "Are users more tolerant of green buildings?", in *Building Research & Information*, 2007, 35:6, pag.662-673.
- Lilley D., "Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions", ([www.elsevier.com/locate/destud](http://www.elsevier.com/locate/destud)), 2009.
- Sanquist T. F., "Human Factor and Energy Use", in *Hfes Bullettin*, 2008.

### Leggi e Norme di riferimento

- UNI EN ISO 7730:2002, *Ergonomia degli ambienti termici. Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo del PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*, 2006.
- UNI EN ISO 8996:2005, *Ergonomia degli ambienti termici. Determinazione del metabolismo energetico*, 2005.
- UNI 10349:1994, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici*, 1994.
- UNI 11277:2008, *Esigenze e requisiti di eco-compatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e di ristrutturazione*, 2008.
- UNI EN ISO 10077-1:2007, *Prestazioni termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità*, 2007.
- UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*, 1995.
- UNI 10344: 1993, *Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia*, 1993.(norma ritirata)
- UNI /TS 11300-1:2008, *Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, 2008.
- UNI EN 13465:2004, *Ventilazione degli edifici. Metodi di calcolo per la determinazione della portata d'aria negli edifici residenziali*, 2004.
- UNI EN 13779:2008, *Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione*, 2008.
- UNI EN ISO 13790:2008, *Prestazioni energetiche degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento*, 2008.
- Dlg. 192/2005 e dlgs.311/2006
- Direttiva europea 2002/91/CEE , *Energy Performance of Buildings (EPBD)*
- DM 26 giugno 2009 reca *Le Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*.
- DPR n. 59 del 2 aprile 2009 (ha stabilito i requisiti energetici minimi per i nuovi edifici e per le attività di ristrutturazione degli edifici esistenti. Recepito dalle norme UNI TS 11300)

### Aziende produttrici di serramenti.

[www.albertini.it](http://www.albertini.it)  
[www.alcoa.com](http://www.alcoa.com)  
[www.allco.it](http://www.allco.it)  
[www.decarlo.it](http://www.decarlo.it)  
[www.domal.it](http://www.domal.it)  
[www.fenster.it](http://www.fenster.it)  
[www.finstral.com](http://www.finstral.com)

[www.frontale.de](http://www.frontale.de)  
[www.guidafinestra.it](http://www.guidafinestra.it)  
[www.guidafinestra.it](http://www.guidafinestra.it)  
[www.haas-fertigbau.it](http://www.haas-fertigbau.it)  
[www.internorm.it](http://www.internorm.it)  
[www.legnolegno.it](http://www.legnolegno.it)  
[www.metra.it](http://www.metra.it)  
[www.mpinfissi.it](http://www.mpinfissi.it)  
[www.rehau.it](http://www.rehau.it)  
[www.roto.it](http://www.roto.it)  
[www.saint-gobain.it](http://www.saint-gobain.it)  
[www.schueco.com](http://www.schueco.com)  
[www.starwood.it](http://www.starwood.it)  
[www.suncover.com](http://www.suncover.com)  
[www.uncsaal.it](http://www.uncsaal.it)  
[www.uniform.it](http://www.uniform.it)  
[www.variotec.de](http://www.variotec.de)  
[www.velux.it](http://www.velux.it)

**Dati climatici**

[www.eurometeo.it](http://www.eurometeo.it)  
[www.cnr.it](http://www.cnr.it)  
[www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)  
[www.enea.it](http://www.enea.it)  
[www.ninbus.it](http://www.ninbus.it) (società italiana meteorologia)